

# **ANNALES**

---

**DES MALADIES**

---

## **DE L'OREILLE, DU LARYNX**

---

## **DU NEZ ET DU PHARYNX**

---

Publiées par

M. LANNOIS — P. SEBILEAU

H. BOURGEOIS — F.-J. COLLET — E. ESCAT

P. JACQUES — G. LAURENS

L. BALDENWECK — G. CANUYT — J. TERRACOL

RÉDACTEUR EN CHEF

A. HAUTANT

Avec la collaboration de

A. BLOCH — L. DUFOURMENTEL — M. JACOD

J. LE MÉE — A. MOULONGUET — J. RAMADIER

---

Tome XLIX — N° 2 — Février 1930

---

**MASSON ET C<sup>IE</sup>, ÉDITEURS**

LIBRAIRES DE L'ACADEMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS

# ECZÉDA

POMMADE POLYRÉDUCTRICE

Ne provoque jamais d'irritation

SPÉCIFIQUE DES AFFECTIONS CUTANÉES

ECZÉMA des narines

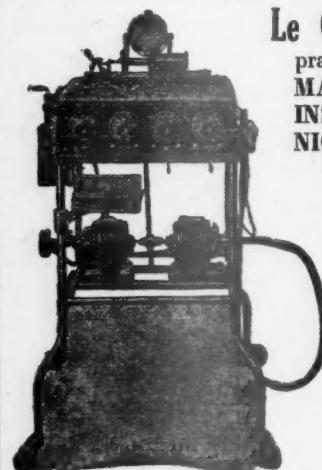
IMPÉTIGO du nez

et du pavillon de l'oreille

ÉCHANTILLONS : Laboratoires GOBÉY, 89, rue du Cherche-Midi — PARIS,

Ets G. DUFLOT (Anc<sup>ne</sup> Maison LÉZY)  
Constructeur

Métro : GLACIÈRE 17, Rue Maurice-Mayer - PARIS (13<sup>e</sup>) Tél. : Gob. 07-68



Le COMBINOSTAT : Appareil universel du praticien pour : CAUTÈRE, LUMIÈRE, MASSAGE, CHIRURGIE, AIR CHAUD, INSUFFLATION, ASPIRATION, GALVANIQUE (sans pulsations), FARADIQUE, etc...

DIATHERMIE : "UNIVERSEL STANDARD" pour toutes applications en DIATHERMIE et TENSION ; donne l'éclatante et l'effluviation froides.

ULTRA-VIOLET : La lampe L. D. G. spécialement étudiée et conçue pour les applications locales et intra-cavitaires de l'ultra-violet en O. R. L.

Toutes notices et renseignements sur demande

A  
ÉES

ARIS, V

ZY)

07-63

du  
RE,  
ID,  
VA-  
...  
...

EL  
ons  
anne

G.  
les  
de

nde



## MÉMOIRES ORIGINAUX

### ÉTAT ACTUEL DE LA PHYSIOLOGIE DE L'AUDITION

#### Etude critique

Par MM.

**P. JACQUES**

et

**R. CRIMAUD**

Professeur d'O. R. L.  
à la Faculté de Médecine de Nancy.

Interne des Hôpitaux.

#### CHAPITRE I

##### INTRODUCTION

Les organes sensoriels, qui ont pour fonction d'assurer un échange continu de l'être vivant avec son milieu, ont encore de nos jours une physiologie bien obscure. Le problème, qui consiste à établir quelle nature de relation existe entre l'objet de la connaissance et le sujet qui connaît, reste encore à résoudre pour les différents sens. Notamment en ce qui concerne le sens de l'ouïe, les processus physiologiques, qui ont pour siège l'appareil sensoriel auditif et pour but de transformer un phénomène, qui nous est extérieur, à savoir l'excitation sonore, en un autre phénomène, celui-ci intérieur spécifique, qui est la sensation auditive, sont d'une grande complexité, et la sagacité des chercheurs n'a pu encore leur donner une explication satisfaisante.

La solution du problème a certes été l'objet de nombreux travaux déjà et les résultats obtenus jusqu'à ce jour ne sont assurément pas sans valeur, mais de nombreuses inconnues nous séparent encore de la solution finale.

La première source de difficultés réside en ce fait que la fonction auditive, comme toutes les fonctions sensorielles, est située aux confins de deux domaines extrêmement différents et qu'elle est le point de transition de l'un à l'autre.

D'un côté c'est le monde physique, avec tous ses théorèmes, de l'autre, c'est le monde psychologique, avec ses interprétations ; d'un côté c'est un fait objectif, de l'autre une sensation toute subjective ; d'un côté c'est le non moi, de l'autre le moi.

Nous laisserons aux philosophes le soin d'éclairer dans leurs dissertations les manifestations intérieures de notre conscience ; mais il faut reconnaître que ce sont des éléments mal déterminés qui compliquent grandement notre tâche.

Mais s'il nous est loisible d'écartier ainsi le point de vue psychique de la question, nous ne pouvons faire de même pour ce qui concerne la partie physique. La connaissance des phénomènes qu'elle régit nous est nécessaire, car le mode d'action de l'excitant sonore, depuis son origine jusqu'aux premières racines du nerf auditif, tombe sous le coup de ses lois. Son secours nous est donc nécessaire, indispensable, pour mener à bien notre œuvre. Il nous faut penser que c'est la seule base solide sur laquelle il nous sera possible d'appuyer les hypothèses que nous formulerois. La bien connaître afin de suivre rigoureusement ses enseignements est la première des conditions du succès.

L'anatomie histologique, qui compte pourtant parmi les plus concrètes de nos sciences médicales, est encore pleine de mystères en ce qui concerne l'oreille interne notamment. Nous n'en voulons pour exemple qu'un seul fait, c'est que l'existence des stries dont Helmholtz fait l'élément fondamental de sa théorie n'est pas encore démontrée et qu'à l'heure actuelle nous ne savons pas encore si ce sont réellement des stries ou des espaces cellulaires, artifices de préparation, que nous voyons sous notre microscope.

De l'expérimentation physiologique pure, nous ne devons pas espérer davantage parce que, comme l'a déjà fait remarquer ROUS, la difficulté de limiter l'action des instruments aux parties purement sensorielles rend incertains les résultats obtenus, et l'impossibilité de connaître les impressions ressenties par les animaux ne permet que des inductions hypothétiques.

D'autre part, lorsqu'il s'agit d'étudier des fonctions non plus sensorielles, mais primitives ou fondamentales, telles que les fonctions digestives, la pathologie nous vient souvent en aide : « *Il est bon en effet, comme le dit Arthus, que le physiologiste aille de temps en temps marauder dans la campagne pathologique pour en rapporter chez soi quelque riche butin dont il saura profiter.* » Ces investigations, ici, sans être complètement nulles, seront assez peu fructueuses. Les signes objectifs, si précieux dans bien des cas, manqueront presque complètement ; les signes subjectifs : « *J'entends, je n'entends pas* » — toujours si vagues — seront à peu près le seul moyen d'apprécier le fonctionnement de l'organe. L'oreille interne, notamment, ne semble donc guère plus disposée à livrer son secret au pathologiste qu'au physiologiste.

Et la place qu'occupe la physique dans cette étude doit précisément son importance à ce que, par la profondeur à laquelle ses parties essentielles sont situées, par la résistance et l'opacité de leurs parois, le sens de l'ouïe se dérobe aux différents moyens d'exploration auxquels nous avons l'habitude de recourir. C'est sans doute aussi à cet état de choses qu'il faut attribuer ce fait que, depuis de longues années déjà, chacun dans sa sphère s'est désintéressé de cette question de l'audition pour tourner son activité vers

d'autres recherches plus nouvelles et moins avares de résultats. Les physiciens, ont, depuis longtemps, sans souci de l'acoustique, tourné leur activité vers l'optique et l'électricité. Les brillants succès qu'il viennent de remporter, dans cette dernière branche surtout, leur ont fait oublier de répondre au vœu qu'exprimait WEISS en 1905 et auquel nous nous associons aujourd'hui. « *C'est l'acoustique qui nous offre actuellement encore le champ de « recherches le moins bien exploré de la physiologie des organes des sens, car « on peut dire qu'une étude des organes de la phonation et de l'audition doit « être reprise à partir des éléments de la question.* » De leur côté, les médecins eurent tant à faire pour tirer parti des idées nouvelles qui venaient de germer dans quelques esprits, qu'ils remirent à plus tard le souci de nouvelles recherches théoriques. La question fût donc presque délaissée (comme en témoigne la bibliographie) depuis plus d'un demi-siècle et, à part les idées émises par quelques-uns, notamment BONNIER, GUILLEMIN, BARD<sup>(1)</sup>, MARAGE, SPECHT et BONAIN, on peut, pour employer l'expression de ce dernier, dire que : *la théorie de l'audition est, en dépit des progrès de nos connaissances, figée ou à peu près dans la conception d'Helmholtz.* Nous ajouterons une autre remarque à celle-ci : c'est que la plupart des travaux d'ensemble, publiés sur la question au cours de ces dernières années, étaient étrangers et en particulier allemands. Toutefois la physiologie de l'audition vient de reprendre place, en France, parmi les questions d'actualité, grâce à la Société d'O. R. L. qui en a entrepris l'étude dans son récent congrès. Le rapporteur M. Bonain, a montré combien étaient désuètes la plupart des conceptions depuis longtemps admises, et que l'on rencontre encore dans tous les traités classiques ; puis il a proposé une théorie personnelle très intéressante et qui ne manquera pas d'ouvrir de nouveaux horizons.

Il nous semble en effet que le rapport, cependant très complet, de Bonain, et les discussions qu'il a fait naître n'ont pas épuisé la question, et, malgré tout l'intérêt qu'elle mérite, la théorie de cet auteur ne nous paraît pas devoir, du moins sur certains de ses points, contenter tous les esprits et permettre de classer la physiologie de l'audition parmi les connaissances définitivement acquises et sur lesquelles il n'est plus à revenir. Notre but n'est pas d'apporter ici une théorie nouvelle, mais de discuter l'ensemble des conceptions proposées jusqu'à ce jour, avec l'espoir de venir en aide à tous ceux qui, plus tard, voudraient construire sur le terrain encore si mouvant de la physiologie de l'audition.

Dans une première partie de notre travail, aux chapitres de physique et d'anatomie, négligeant à dessein les généralités et notions que chacun sait, nous apporterons pour l'une et l'autre de ces sciences les données nous semblant indispensables pour la lecture des pages qui suivront, en insistant tout

<sup>(1)</sup> Bard ne disait-il pas à Bonnier, en 1905, à propos de leurs discussions sur l'orientation et l'accommodation auditive : « *Il est vrai que nous paraissions être les seuls à nous préoccuper, à l'heure actuelle, de la question, mais il n'est pas défendu d'espérer que notre discussion puisse finir par intéresser la galerie et engendrer d'autres amateurs.* »

particulièrement sur un certain nombre de points, parce qu'ils sont encore mal élucidés ou ont été l'objet de conceptions différentes.

Bonain fait remarquer très justement que les ouvrages de physique traitent en général l'acoustique de façon irrégulière et assez peu méthodique, surtout assez souvent de façon abstraite : aussi est-il malaisé de se documenter à ce sujet. Nous nous sommes efforcés dans notre prochain chapitre, de grouper l'ensemble des connaissances suffisante à l'étude de l'audition sans qu'il soit besoin de recourir à ces ouvrages. Nous étudierons ensuite les différentes théories de l'audition, successivement dans l'oreille externe, dans l'oreille moyenne, dans l'oreille interne, les discutant chemin faisant, déterminant ce qui, à notre sens, doit être rejeté et gardé, et ajoutant le cas échéant nos conceptions personnelles à ce qui a été dit par d'autres avant nous.

## CHAPITRE II

### LES DONNÉES PHYSIQUES

#### *Nature du son*

Sous l'influence d'un choc extérieur tout corps éprouve un changement de forme : les molécules qui le constituent s'écartent où se rapprochent les unes des autres. Après le choc, sous l'influence de forces élastiques, le corps revient à sa forme primitive après une série d'oscillation amorties. Si la limite d'élasticité était dépassée, le corps resterait déformé. L'amortissement est dû à la perte d'énergie du corps qui oscille, soit par des frottements internes, soit parce qu'il communique ses oscillations au milieu extérieur. Ce mouvement dans lequel chaque point écarté de sa position d'équilibre y revient, le dépasse, y revient en sens contraire pour le dépasser à nouveau, jusqu'à regagner insensiblement son milieu de départ est dit : mouvement vibratoire. Que tout corps émettant un son soit le siège d'un mouvement vibratoire de l'ensemble de ses parties, c'est ce qui tombe immédiatement sous le sens de la vue ou du toucher et que confirme une série d'expériences élémentaires de physique (qu'il nous suffise de rappeler la balle de sureau d'un pendule qui, approchée d'un diapason émettant un son, est projetée au loin) ; que ce son exige pour se transmettre à l'oreille une suite ininterrompue de milieux élastiques pondérables, c'est ce que démontre l'expérience non moins classique de la clochette non entendue, parce que placée dans un récipient vide d'air.

Mais nous passons rapidement sur ces notions, que chacun sait, pour nous étendre plus longuement sur la façon dont le son se propage du corps vibrant à notre oreille, phénomènes dont l'interprétation a été l'origine de confusions regrettables.

*Propagation du mouvement vibratoire.*

Or l'étude du mode de propagation du corps sonore au milieu ambiant est illustré dans tous les traités de physique par la relation des deux expériences suivantes :

1) On produit un choc sonore (claquement des mains, coups de pistolet etc...) à l'une des extrémités d'un tuyau cylindrique plein d'air et ouvert à ses deux bouts : une première tranche d'air se trouve ainsi comprimée ; mais, par suite de l'élasticité du milieu, elle revient à sa pression normale en comprimant à son tour la tranche immédiatement voisine. Cette deuxième couche se comporte de même avec la 3<sup>e</sup> et ainsi de suite. Le mouvement de compression se propage donc de couche en couche tout le long du tuyau et laissant derrière lui les couches gazeuses au repos à mesure qu'il en envahit une nouvelle et ceci avec une vitesse d'autant plus grande que, le milieu possède une réaction élastique plus forte.

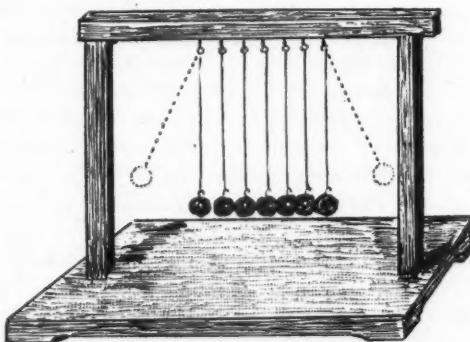


Fig. I. — Expérience de Marioëte.

¶

2) Soient plusieurs billes d'ivoire de même diamètre suspendues verticalement et en contact. Si la première bille A est écartée de la verticale et abandonnée à elle-même, elle tombe, choque le système et reste en repos. Aussitôt la dernière bille se trouve projetée en avant sans que les billes intermédiaires aient exécutées de mouvements appréciables.

Cette expérience dite de Mariotte s'explique de la façon suivante : De même que dans l'expérience I chaque couche d'air transmettait à sa voisine le mouvement de compression subi par la première d'entre elles de même ici, chaque bille transmettait à sa voisine le choc subi par la première d'entre elles.

Dans ces deux expériences il n'y a pas eu transport de matière mais bien transmission du mouvement, conséquence forcée de l'élasticité du milieu qui a servi de véhicule à l'ébranlement. Mais dans l'expérience I, les choses sont à dessein simplifiées ; car, en réalité, un corps en vibrations quelqu'il

soit détermine non pas une seule, mais une succession de compressions et de dilatations alternant régulièrement et animées d'un mouvement de translation uniforme : c'est ce que l'on nomme un *train d'ondes*. Or l'ébranlement sonore, que constitue la série régulière des vibrations par l'intermédiaire d'une membrane et d'un stylet placé sur son trajet donnera, sur le papier noir ci d'un cylindre, une image qui lui sera propre et qui nous montrera les différentes caractéristiques.

En effet le stylet s'écartera de la ligne droite qu'il traçait, lors qu'il n'était soumis à aucune influence, pour décrire une courbe plus ou moins régulière et qui coupera cette ligne droite en de nombreux points. Les compressions qui constituent l'ébranlement s'inscriront au-dessus de cette ligne droite, en phase positive, les dépressions qui leurs succèdent immédiatement, s'inscriront au-dessous en phase négative et le tout constituera une courbe de forme sinusoïdale. Plus l'ébranlement sera rapide, plus l'intervalle entre les points où la courbe coupe la droite sera court : cet intervalle correspond à la *période*, et on distingue dans la période totale l'ensemble d'une phase positive et d'une phase négative. La *longueur d'onde* est la distance à laquelle le mouvement se transmettra pendant une vibration (*l'amplitude* est l'écart qui sépare les sommets de la courbe, de la ligne droite, considérée comme axe, et la *fréquence*, le nombre de vibrations à la seconde).

*La propagation du mouvement vibratoire est-elle molaire ou moléculaire ?*

D'après ces données élémentaires le phénomène de propagation du son serait donc le suivant : tout corps qui vibre comprime et dilate successivement une couche d'air d'une certaine épaisseur (épaisseur qui dépend de l'énergie des mouvements communiqués et de la résistance de l'air lui-même) laquelle transmet les impulsions quelle a reçues à une tranche suivante et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'enfin la tranche d'air de notre conduit auditif la plus voisine de notre tympan impressionne celui-ci à son tour et provoque sa vibration.

Mais un certain nombre d'auteurs, qui ont traité récemment de l'audition, ne semblent pas se représenter les choses aussi simplement. Ils distinguent au contraire deux formes d'ébranlement selon que l'élasticité du milieu ébranlé est considéré molécule par molécule, ou selon qu'il s'agit de la masse totale suspendue et libre dans une certaine mesure d'osciller en totalité (Bonnier). Ces auteurs donnent de leur classification des vibrations l'explication suivante : les tranches d'air, qui déplace un corps qui vibre, ne peuvent se transmettre les impressions reçues de lui que sur une courte distance, parce que les mouvements vibratoires des corps, comme ceux de l'air ambiant, sont limités par des phénomènes de résistance ; or ce ne peuvent être ces tranches d'air qui nous transmettent le déplacement vibratoire lorsque notre oreille se trouve située loin du corps qui vibre, et à plus forte raison si les vibrations qu'il émet sont de faible amplitude. Ces vibrations que nous avions seules considérées tout à l'heure et qui sont des vibrations d'une tranche et d'une masse d'air, s'arrêteraient donc avant de nous atteindre, mais à cette limite de leur course les molécules contiguës n'en recevraient pas moins un

ébranlement vibratoire trop faible pour constituer de nouvelles vibrations en masse, mais assez énergiques encore pour que chacune d'elles puisse vibrer isolément, transmettre ces vibrations à ses voisines et ainsi de suite de proche en proche. A l'appui de ce qu'ils avancent, les partisans de cette théorie font remarquer, par exemple, que, le souffle étant faible dans la phonation, l'air au devant de la bouche ne subit qu'un ébranlement d'ordre moléculaire, puisqu'un bon chanteur peut produire des sons puissants sans faire vaciller la flamme d'une bougie placée à une assez courte distance de sa bouche.

En d'autres termes ces auteurs distinguent des vibrations *molaires* et des vibrations *moléculaires*. Bonnier, est le premier qui à notre connaissance, fit usage de ses termes. C'est là une conception toute théorique, mais qui va compliquer grandement les choses. En effet, voici que lorsqu'il s'agit d'en faire l'application aux phénomènes de l'audition, ses partisans se divisent pour former deux écoles :

1<sup>o</sup> Pour les uns en effet ces vibrations ainsi devenues moléculaires peuvent cependant ébranler dans son ensemble la membrane du tympan ou la membrane d'un appareil enregistreur quelconque, comme en témoigne dans ce dernier cas l'empreinte du stylet inscripteur placé sur un tambour et ils s'expliquent de la façon suivante : l'ébranlement moléculaire circule alors à travers l'appareil tout entier avec une vitesse bien plus grande dans les milieux solides que dans l'air ; il sollicite en circulant non seulement l'inertie moléculaire de la membrane, mais aussi l'inertie totale de ses parties les plus libres, qu'on peut considérer comme suspendues les unes aux autres ; à son milieu la liberté d'inertie de la membrane atteint son maximum (tandis qu'elle est nulle au bord) parce que son élasticité et sa faculté d'oscillation s'y manifestent sans entrave et c'est ainsi que le stylet inscripteur qui s'y trouve reçoit et enregistre les oscillations totales de la membrane, réalisant un travail considérable : et les auteurs de conclure et de poser en principe qu'un tel appareil fait d'un ébranlement moléculaire, d'une capacité de travail inutilisable, un ébranlement molaire d'une puissance très effective (*Bonnier*).

2<sup>o</sup> D'autres au contraire ne voient pas la nécessité, pour l'oreille moyenne, de transformer ainsi l'ébranlement moléculaire en ébranlement molaire ; car ils estiment qu'il suffit du simple ébranlement vibratoire et successif des molécules des membranes rencontrées pour transmettre le son à l'oreille interne (*Bonain*).

A notre avis, toute la discussion de ces théories doit se résumer dans la question suivante : *La physique reconnaît elle une ou deux formes d'ébranlement vibratoire ?*

Or si nous consultons leurs ouvrages ou si nous interrogeons les physiciens nous les trouvons muets sur ce point. Leur silence ne serait-il pas déjà une réponse ? Mais si, au contraire, nous nous reportons à la littérature médicale nous retrouvons de nombreux articles (dans les revues du début de ce siècle en particulier) traitant des vibrations sonores et de ces différentes concep-

tions. M. M. Gellé, Bonnier et Guillemin ont à cette époque, sous une forme quelquefois même véhémente, échangé leurs idées à ce sujet ; et de tous ces articles il en est un notamment, ayant Guillemin pour auteur et Bonnier pour destinataire, qui, pour sa clarté et ses bases physiques rigoureuses, mérite de retenir notre attention. Cette question, que nous nous posons aujourd'hui, Guillemin se l'était en effet déjà posée en 1905 et la réponse qu'il en fit nous la faisons nôtre.

« Une première chose est nécessaire pour que nous nous entendions, « commence-t-il par dire à Bonnier, c'est que nous n'attachions pas à certains « mots des sens différents ; je donnerai donc quelques définitions en cours « de route quand je les croirai indispensables.

« Il me semble qu'on peut caractériser votre doctrine par ces quelques « mots : « Sus à l'Acoustique et à ses vibrations moléculaires ! A moi la mé- « canique, ses fortes pressions, ses oscillations totales, ses déplacements « molaires ! » et je vous réponds en quelques lignes.

« 1<sup>o</sup> L'acoustique refuse de se laisser opposer à la mécanique : elle en est « la fille respectueuse et ne s'insurgera jamais contre elle. Ce premier point « n'a pas besoin d'être démontré.

« 2<sup>o</sup> L'acoustique ne s'occupe pas des vibrations moléculaires : les vibra- « tions dont elles s'occupent ne diffèrent pas des oscillations que vous préco- « nisez. Ici commence la discussion et obligatoirement les définitions.

« Que doit-on entendre par vibrations moléculaires ? Actuellement ce mot « est à peu près synonyme de vibrations calorifiques. Les molécules sont « considérées comme des agrégats d'atomes qui tourbillonnent, oscillent « vibrant autour du centre de gravité de la molécule, *sans déplacer ce centre de gravité*. Les faits nouveaux révélés par le radium nous portent à croire « que ces tourbillonnements d'atomes recèlent une quantité d'énergie formi- « dable, presque infinie si on la compare à la quantité d'énergie qui est mise « en jeu dans les variations de température que nous savons produire. Vous « voyez bien que c'est la chaleur et non l'Acoustique qui s'occupe des vibra- « tions moléculaires ». Sur ce point encore l'accord est parfait. Maintenant « donc que nous savons que l'Acoustique laisse le plus souvent à la chaleur « le soin de s'occuper des vibrations moléculaires il faut dire de quoi elle « s'occupe principalement. Autrefois on ne prenait même pas la peine de le « dire ! L'Acoustique parbleu ! elle s'occupe des vibrations acoustiques c'est- « à-dire de vibrations capables d'engendrer un son, de celles dont la fréquence « varie entre 16 et 16.000 par seconde. Mais vous êtes venu et vous avez jeté « dans notre tranquille mare aux genouilles la grosse pierre de vos vibrations « « molaires ». Je trouve que ce mot est très mal choisi ; toutes les vibrations « sont molaires puisque toutes elles produisent des *déplacements des masses moléculaires* ; puisque les corps vibrants se déplacent tous « en totalité » ils « déplacent même les molécules situées aux nœuds qui ne sont jamais parfaite- « tement immobiles. Certes je ne vous dénie pas le droit de donner tel sens « qu'il vous plaira aux expressions que vous inventez, mais votre premier « devoir serait d'en donner une définition claire et rigoureuse. En négligeant

« de le faire, vous avez commis une omission très regrettable car je ne suis pas le seul à avoir compris de travers. Mais combien cette définition doit être difficile ».

Cette erreur dans l'étude des vibrations sonores à cependant survécu et nous la retrouvons à la base d'une des plus récentes théories de l'audition. Pour notre part donc, nous ne saurions admettre, en acoustique du moins, cette vibration isolée des molécules que doit être l'ébranlement moléculaire, et d'autre part le fait fourni comme exemple à l'appui de cette thèse, à savoir que la voix du bon chanteur ne fait pas bouger la flamme d'une bougie placée à une assez faible distance de sa bouche, ne suffit pas à nous convaincre. Certes il est bien évident que l'épaisseur des couches d'air déplacées par un coup de canon, par exemple, et celles déplacées par un larynx humain ou par le tic tac de notre montre sont d'un ordre de grandeur très différent mais il n'y a là qu'une question d'amplitude, d'intensité d'un même phénomène et il n'est pas permis de dire parce que nous ne le voyons pas, que la flamme ne vacille pas. Au contraire il n'est pas douteux qu'elle vacille très faiblement et qu'avec des instruments d'optique appropriés nous pourrions nous en rendre compte.

A notre avis, c'est en voulant pousser trop loin l'analyse de la vibration que les physiologistes ont fait naître cette confusion dans les esprits. Ils ont dépassé leur pensée et en décrivant les phases d'un même phénomène ils ont été amenés à distinguer deux sortes d'ébranlements : l'un molaire, l'autre moléculaire, alors qu'en réalité *la vibration sonore est une*.

### Ondes planes, ondes sphériques

Après avoir ainsi déterminé la nature même des vibrations, étudions maintenant les particularités de leur propagation et leur sens.

Les ondes qui se sont propagées par le choc de notre première expérience sont des ondes planes ; elles ne peuvent s'étendre en largeur, parce que limitées par le diamètre du tube ; mais, maintenant, si au lieu de se produire à l'origine d'un tuyau cylindrique, le mouvement vibratoire s'effectue en plein air dans une masse gazeuse indéfinie et homogène, les ébranlements se propageront évidemment avec une vitesse constante dans toutes les directions. Il en résultera la production d'ondes, non plus planes, mais sphériques de même longueur, alternativement condensantes et dilatantes ; en d'autres termes les mouvements de condensation et de dilatation envahiront successivement des couches d'air sphériques de même épaisseur, dont le centre commun sera le corps vibrant lui-même. La masse d'air constituante de ces couches sphériques d'épaisseur constante augmentera proportionnellement à la surface ou au carré du rayon de courbure de ces couches gazeuses. Il en résultera que l'intensité des ébranlements communiqués à chacun des éléments de même étendue et, par suite, de même masse, en lesquels se décomposent ces couches gazeuses, est en raison inverse de leur surface ou du

carré de leur rayon de courbure. Dans ces conditions donc l'intensité de son perçu par l'oreille dépend de la distance qui sépare cet organe du corps qui vibre et varie en raison inverse du carré de cette distance.

### Vibrations transversales et vibrations longitudinales

Mais, qu'elles forment des ondes planes ou sphériques dans le corps vibrant lui-même qui les engendre, comme dans le milieu ambiant qui les transmet sous forme d'ondes planes, ou d'ondes sphériques, ces vibrations sonores ont un sens : elles peuvent être transversales ou longitudinales. *Une vibration est dite transversale quand elle est perpendiculaire au sens de la propagation du mouvement ; elle est dite longitudinale quand elle est parallèle au sens de cette propagation du mouvement.* La propagation des vibrations transversales s'observe aisément sur une corde élastique et faiblement tendue, de plusieurs mètres de longueur, fixée à un bout et tenue à la main par l'autre bout. Si l'on déplace vivement la main dans un sens perpendiculaire à la direction de la corde l'ébranlement parcourt la corde entière sous la forme d'une onde nettement visible et si l'on imprime avec la main des secousses convenablement rythmées on voit une série d'ondulations se transmettre très régulièrement jusqu'à l'extrémité la plus éloignée. Si nous prenons au contraire une baguette de bois léger, bien unie, fixée par un étai

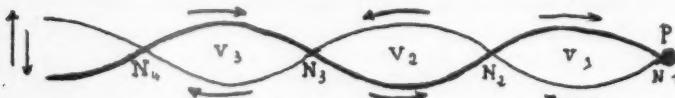


FIG. 2. — Ondes stationnaires dans une corde vibrante.  
P, point fixe ; N<sub>1</sub>N<sub>2</sub>... nœuds ; V<sub>1</sub>V<sub>2</sub>, ventre (Vibrations humaines).

à l'une de ses extrémités, et qu'on la frotte vivement avec un doigt enduit de colophane, elle rendra un son : Nous y aurons déterminé un état vibratoire se traduisant par des allongements et des raccourcissements rapides, qu'une petite balle de sureau pourra mettre en évidence. Les vibrations se produisent ici dans le sens même de la propagation : elles sont longitudinales. A côté de ces vibrations sonores qui cheminent ainsi dans les solides, il est à noter que toutes les vibrations qui se propagent dans les liquides et les gaz sont également longitudinales, même si le corps solide qui leur a servi de point de départ vibrait transversalement ; les vibrations, quand elles passent de ce corps dans un milieu gazeux ou liquide, deviennent longitudinales.

On se rend compte alors que les vibrations longitudinales ont un rôle prépondérant dans les phénomènes acoustiques ; seules elles existent dans les tuyaux sonores et dans la propagation de l'ébranlement sonore dans le milieu ambiant.

### Réflexion du son

Jusqu'ici nous avons rappelé les origines et les lois de production du son, le mode propagation de l'ébranlement sonore dans le milieu ambiant. Mais ces études ne fournissent pas toutes les notions nécessaires pour aborder les questions d'acoustique biologique soulevées par la théorie de l'audition.

Tout d'abord, si, théoriquement, les vibrations longitudinales peuvent en se propageant dans le milieu ambiant — le plus souvent l'air — former des ondes sphériques parfaites, elles en sont le plus souvent empêchées dans la pratique par les obstacles sans nombre qu'elles peuvent rencontrer au cours de leur transmission ; elles se réfléchissent alors, ainsi que l'attestent les phénomènes vulgaires d'écho et de résonance : cette réflexion obéit aux lois bien connues de la réflexion de la lumière, comme les travaux de G. Lyon l'ont montré.

### Interférences, ondes stationnaires

Mais en général l'atmosphère, qui n'est pas le véhicule d'un seul système d'ondes sonores, est sillonnée par un nombre variable et parfois très considérable de mouvements vibratoires simultanément propagés. Examinons rapidement quels sont les résultats du croisement et de la superposition de ces divers systèmes d'ondes aériennes dans les points de l'espace où ils se rencontrent.

Chaque fois qu'un train d'ondes rencontre un obstacle, il se réfléchit ; de cette réflexion résulte un train d'ondes de retour également indéfini. Ondes d'aller et ondes de retour se rencontreront et s'entrecroiseront. On désigne cet entrecroisement sous le nom *d'interférences*, et il est à retenir que ce double mouvement aura pour conséquences, de déterminer des points fixes : les uns toujours en mouvements, ce sont des *ventres*, les autres toujours immobiles, ce sont des *noeuds*. Cette disposition alternante des noeuds et des ventres, dues aux interférences des trains d'ondes, constitue un système *d'ondes stationnaires*. Mais si, maintenant, nous avons non plus une source sonore, et un obstacle ou un miroir contre lequel les vibrations émanant de cette source se réfléchissent, mais deux sources sonores, que va-t-il se passer au point de rencontre des ondes qu'elles émettent ? Fixons nos idées en nous représentant par la pensée l'état d'une nappe d'eau dans laquelle deux pierres auraient été jetées simultanément en des points différents : Elles provoquent 2 systèmes d'ondes qui se couperont et qui cependant poursuivront leurs routes chacun aussi tranquillement et aussi régulièrement que si l'autre n'existe pas. Or quand deux systèmes d'ondes se



FIG. 3. — Interférence du son (Broca).

propagent simultanément les élévations et les dépressions de l'un d'eux, relativement à la surface agitée déjà par l'autre, sont les mêmes que celles qui se constateraient sur une eau tranquille ; l'élévation ou la dépression totale à partir du niveau primitif est en chaque point et à chaque instant la somme algébrique des déplacements que chacun des systèmes amènerait isolément. Si à une élévation du 1<sup>er</sup> système se superpose une élévation égale du second, la hauteur totale de l'eau au-dessus de son niveau primitif sera le double d'une des deux hauteurs isolées. Si une élévation du 1<sup>er</sup> système se rencontre avec une dépression égale et opposée du second, le niveau primitif ne sera pas modifié. Semblablement, quand plusieurs systèmes d'ondes sonores coexistent dans un même milieu, il y en a chaque point et à chaque instant addition de petits mouvements afférents à chacun des systèmes : en d'autres termes il y a interférence. On comprend alors aisément que si on a deux sources sonores exactement synchrones, O et O' et si la différence des chemins OA-O' est d'un nombre entier de longueur d'ondes, les mouvements s'ajoutent en A. Au contraire si OA-O'A est un nombre impair de 1/2 longueur d'ondes les mouvements se retranchent et le point A restera immobile. Si la différence de distance est quelconque le point A aura un état vibratoire intermédiaire entre les deux états précédents. Dans le 1<sup>er</sup> cas le point A sera un ventre, dans le deuxième un noeud. C'est essentiellement de l'interférence des ondes directe et des ondes réfléchie que résulte le jeu des instruments de musiques. On conçoit d'autre part que l'oreille sera très différemment influencée selon qu'il se produira au niveau du tympan soit un noeud soit un ventre de vibration. Dans l'atmosphère, dans le conduit auditif, dans la caisse, auront lieu des interférences et des ondes stationnaires. Aussi la connaissance de ces phénomènes acoustiques nous est elle indispensable.

### ***Diffraction***

Mais la réflexion, les interférences et ondes stationnaires ne sont pas les seules conséquences de la rencontre du son avec les obstacles qui en contrarient la propagation. En effet quand un son rencontre un plan fixe il ne subit pas totalement la réflexion régulière puisque, s'il se trouve une personne derrière un obstacle ni trop épais ni trop élevé, elle pourra percevoir les sons émis de l'autre côté, et tout se passe alors comme si les ondes sonores pouvaient, au moins en une certaine mesure, contourner ce qui les arrête. Ce phénomène qui existe pour toutes les ondes (mais particulièrement pour les ondes sonores parce qu'elles ont une grande longueur) est appelé diffraction.

### ***Réfraction. Lentilles acoustiques***

Mais si, cet obstacle que le son rencontre, au lieu de se réfléchir dessus, tout au moins en totalité, il le franchit, il résultera de ce passage d'un

milieu dans un autre d'élasticité différente, et où la vitesse de propagation est différente, une déformation, qui se traduira par un changement dans la direction des rayons des sphères d'ondes elles-mêmes. Le rayon sonore aura subi le phénomène de la réfraction. Ce phénomène, moins facile à mettre en évidence en acoustique qu'en optique (expérience du bâton plongé à demi dans l'eau), mais qui relève cependant des mêmes lois, nous devrons y penser, lorsque, dans l'étude des théories de l'audition, nous suivrons les ondes sonores dans leur passage de l'air, ou de la paroi osseuse, au liquide labyrinthique. Signalons encore à ce propos — nous aurons l'occasion d'en reparler plus loin — qu'il existe en acoustique, comme en optique, des *lentilles*. La lentille de Sondhauss est une grande lentille creuse en collodion remplie de gaz carbonique, car dans ce gaz la vitesse du son est moindre qu'avec l'air, il se passe alors pour le son d'une montre ce qui se passe pour un point lumineux placé derrière une lentille de verre.

### Vitesse de propagation du son

Les traités de physique parlent d'abondance de la vitesse de propagation du son. Pour la question qui nous occupe, qu'il nous suffise de savoir que le son se propage à la vitesse de 340 mètres à la seconde dans l'air et plus rapidement dans les liquides (lac de Genève : 1345 mètres) et plus rapidement encore dans les solides (fer : 5100 mètres).

### Résonance

Nous aurions fini avec cette étude de la production du son et de sa propagation, s'il ne nous fallait encore mentionner ici le phénomène de la résonance (et ceci, parce qu'il est à la base de la théorie d'Helmholtz) et qui est le suivant : « Quand un corps reçoit d'un autre corps vibrant, situé dans son voisinage, des vibrations, qui sont d'accord avec celles qu'il peut exécuter lui-même, au lieu de subir un simple ébranlement atteignant successivement ses différents parties, il devient le siège d'un mouvement d'ensemble dont l'amplitude est parfois considérable, et sous l'action répétée d'impulsions synchrones le corps tout entier vibre à l'unisson des vibrations extérieures : il y a résonance. L'importance même des appareils de résonance en musique n'est pas à établir : le son d'une corde isolée étant à peu près nul, la caisse du violon fait toute la valeur de l'instrument. Dans l'audition l'oreille humaine favoriserait par sa résonance les sons voisins du sol 6 : ces sons que l'on trouve dans le cri du grillon, affectent très désagréablement une oreille sensible. Enfin rappelons encore à ce sujet l'existence des appareils précieux pour les recherches acoustiques que sont les résonateurs et qui sont dus à Helmholtz.

### ***Qualité du son***

Maintenant que nous avons appris à connaître par l'étude de sa propagation les images que forment les ondes sonores, il nous est facile d'imaginer les modifications que peut subir la sinusoïde qu'elles décrivent et d'obtenir ainsi l'expression des qualités physiologiques spécifiques du son qu'elles transmettent et qui sont : le timbre, la hauteur et l'intensité.

*L'intensité* c'est la qualité qui nous fait distinguer un son appelé fort d'un son appelé faible ; et l'intensité dépend de l'amplitude de la vibration. Une amplitude plus grande correspond à une intensité plus grande, à un son fort, et inversement.

*La hauteur* du son ou sa *tonalité* est déterminée par le nombre de vibrations (expérience du P. Persenne).

*Le timbre* dépend de la forme de la vibration, qui n'est généralement pas figurable par une sinusoïde simple, typique comme celles que nous avons étudiées, mais qui présente elle-même, suivant les timbres divers, différentes sinuosités accessoires souvent très complexes. Ainsi peut être modifiée à l'infini une sinusoïde fondamentale, qui garderait même période (d'où même hauteur du son) et même amplitude maxima (d'où même intensité).

Ces sinuosités accessoires, ces modifications de forme, sont dues à l'adjonction au *son principal* (ou *fondamental*) des *sons accessoires* (ou harmoniques), sons successifs, dont les périodes sont des multiples exacts du son fondamental que l'oreille discerne directement avec quelque difficulté et que des appareils spéciaux, tels que les résonateurs, peuvent mettre en évidence.

### ***Vibrations des membranes***

Si nous avions écrit ce chapitre il y a quatorze ans seulement, nous n'aurions dit à leur sujet que quelques mots ; mais en décembre 1926, Bonain, dans un intéressant mémoire, sur les théories de l'audition, a émis, sur la vibration des membranes, des opinions qui nous paraissent, selon l'expression que lui-même a employée « bien osées » et que nous ne saurions passer sous silence, si nous nous rappelons que deux membranes au moins doivent être traversées par le son au cours de son trajet dans notre oreille. En effet cet auteur refuse aux membranes la propriété de vibrer. C'est là une assertion qui, après l'équation de la membrane vibrante donnée par Euler (1779) dans son mémoire sur le mouvement vibratoire des tambours, de Poisson (1829) et les expériences si classiques de Savart, ne manquent pas de nous surprendre nous-mêmes, mais plus encore les physiciens. Et ici encore ce sont les vibrations moléculaires qui sont à la base de la conception de Bonain.

Nous avons montré plus haut comment Bonnier comprenait le rôle des appareils à membrane, tels que le phonographe : faire de l'ébranlement molaire permettant un travail considérable avec de l'ébranlement molé-

culaire de capacité de travail inutilisable. Bonain, s'il partage l'opinion de Bonnier sur l'existence de vibration moléculaire comme mode de propagation de son dans l'espace, n'admet pas ce dernier principe.

Pour lui, comme on le trouvera énoncé dans les lignes suivantes, la vibration, qui était moléculaire dans l'air traverse la membrane, comme elle a traversé de gaz, molécule par molécule.

*« En disant qu'une membrane laisse passer les ondes acoustiques, mais ne vibre pas pour cela, nous avons voulu exprimer qu'en dehors de conditions expérimentales toutes particulières et en dehors du phénomène de résonance la membrane ne transmet pas les sons par vibrations, mais seulement, comme tous les corps perméables aux ondes cœustiques, par un simple ébranlement vibratoire et successif de ses molécules n'occasionnant aucun déplacement, aucune oscillation de la membrane ».*

Bonain pense en effet que les expériences de Savart, de Lucae et de Politzer ne sont rien moins que concluantes au point de vue de la vibration des membranes sous l'influence de sons transmis par l'air. Nous reconnaissions du reste volontiers avec cet auteur, que Politzer et Lucae en observant les vibrations du tympan et des osselets sur des cadavres, l'un après avoir relié le conduit auditif à la fois à un tuyau d'orgue et à un résonateur, l'autre pendant que vibrait un diapason appliqué sur une mastoïde mise à nu, se sont placés dans des conditions d'expérimentation assez défavorables, et qui donnent prise à la critique. Mais, de là à nier toute propriété de vibrer aux membranes, il y a loin. En somme ce que Bonain nous expose c'est la théorie de l'ébranlement moléculaire, mais poussée plus loin encore que par les auteurs qui l'ont précédé. Or, à cette vibration du son, à laquelle déjà nous avons refusé une entité physiologique, ici, moins encore que dans l'air, nous ne saurions lui accorder le moindre crédit : ce serait s'écartier de la physique dont nous nous sommes promis de suivre fidèlement les enseignements<sup>(1)</sup>.

### CHAPITRE III

#### LES DONNÉES ANATOMIQUES

L'organe de l'ouïe présente selon l'espèce animale considérée des variations profondes. La forme la plus simple d'un appareil auditif comparable à celui des vertébrés est celle que l'on rencontre chez certains invertébrés aquatiques (tels que les mollusques) et chez quelques poissons inférieurs : il se compose alors essentiellement d'un petit sac clos, sphérique (*otocyste*),

<sup>(1)</sup> Nous remercions bien vivement M. GUTTON, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, pour le bon accueil qu'il nous a toujours réservé. Ses précieux entretiens ont facilité grandement notre tâche pour la rédaction de ce chapitre.

rempli de liquide et dans l'intérieur duquel les filets terminaux du nerf auditif viennent se mettre en relations avec un système de cellules épithéliales garnies de cils vibratiles.

Une pareille simplicité morphologique est sans doute en rapport avec le faible développement que présente le sens de l'ouïe chez ces différentes espèces animales, mais il s'explique également par la facilité de transmission des ondes sonores, du liquide ambiant au liquide du sac auditif puisque ces deux milieux sont sensiblement de même densité. L'organe de l'ouïe se présente au contraire avec son maximum de complexité chez les animaux qui vivent dans l'air et chez les mammifères en particulier. La faible conductibilité de l'air pour les ondes sonores et la difficulté qu'elle éprouvent pour passer du milieu gazeux au milieu liquide, qui baigne les terminaisons du nerf auditif, justifient la nécessité d'un appareil plus perfectionné. Nous retrouvons l'otocyste des mollusques dans l'architecture si complexe qu'est le labryrinthe ; mais il ne constitue plus chez l'homme qu'une des parties de l'organe de l'audition. Cet organe, en effet, envisagé dans son ensemble comprend trois segments :

- O. externe,
- O. moyenne,
- O. interne,

dont nous allons faire une étude brève et purement schématique en allant du milieu extérieur, où se forme le son, vers l'appareil destiné à le recevoir et à être impressionné par lui, en suivant par conséquent le même trajet que le son lui-même.

### I. — *Oreille externe*

Elle comprend à son tour deux parties : une partie externe, plus ou moins évasée en forme de cornet : le pavillon ; une partie qui fait suite à la précédente et affecte la forme d'un canal : le conduit auditif.

#### A. — *Le Pavillon*

C'est une lame cartilagineuse, bizarrement contournée et propre aux mammifères, dont la description détaillée ne saurait trouver place ici. Sa direction et ses dimensions méritent d'être rappelés. Le grand axe du pavillon n'est point vertical, mais un peu incliné en haut et en arrière : il fait avec la verticale un angle d'environ 10° ouvert en haut. Le pavillon de l'oreille s'insère sur la paroi latérale du crâne en formant un angle ouvert en arrière, qui peut varier de 25 à 45°. D'après les recherches de BUCHANAN l'aplatissement et l'écartement exagérés semblent également nuisibles au bon fonctionnement de l'ouïe : « *Une conque large et profonde, la partie supérieure de l'helix bien détachée, la fosse naviculaire non saillante, le lobule*

obliquement incliné en avant, l'angle d'insertion variant entre 25 à 45° », tels sont d'après lui les caractères les plus favorables pour recueillir et concentrer vers le conduit auditif externe le plus grand nombre de vibrations sonores. La mobilité du pavillon de l'oreille autour de son point de continuité avec le conduit auditif est assez considérable : elle varie suivant les sujets ; quelques-uns jouissent même de la possibilité d'imprimer des mouvements au pavillon grâce aux muscles qui s'y insèrent ; il est surtout mobile en haut et en arrière.

### B. — Conduit auditif externe

C'est un canal en partie cartilagineux, en partie osseux, qui continue directement l'entonnoir formé par le pavillon, et s'étendant du fond de la conque à la membrane tympanique. Si nous l'examinons en projection horizontale, nous voyons qu'il présente successivement 3 directions différentes : une direction fortement oblique en dedans et en avant dans sa portion externe, une direction fortement oblique en dedans et en arrière dans sa portion moyenne, une direction légèrement oblique en dedans et en avant dans sa portion interne. Considéré au point de vue de sa forme, le conduit auditif externe n'est pas régulièrement cylindrique, mais légèrement aplati d'avant en arrière. Ses coupes transversales ne sont donc jamais exactement circulaires, mais ont la forme d'une ellipse ou d'un ovale dont le diamètre serait dirigé obliquement de haut en bas et d'avant en arrière. La longueur du conduit auditif mesurée du rebord saillant de la conque au centre de la membrane tympanique est de 24 millimètres en moyenne (TROELSTCH).

Ses diamètres varient suivant les différents points envisagés. Voici les chiffres qu'en a donné Bezold (en millimètres) :

	Grand diam.	Petit diam.
Orifice externe .....	9.08 "	6.54 "
Fin du conduit cartilagineux .....	7.79 "	5.99 "
Début du conduit osseux .....	8.67 "	6.07 "
Fin .....	8.15 "	4.60 "

Ces mensurations nous montrent que ce conduit n'est pas régulièrement calibré ; d'après Politzer sa lumière se retrécit peu à peu à partir de son orifice externe jusqu'à l'union de son tiers moyen avec son tiers interne

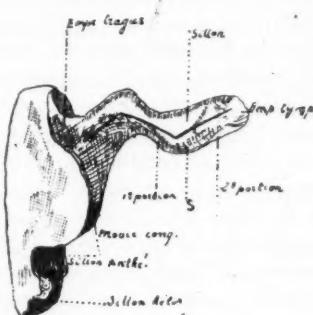


FIG. 4.— Moule du conduit auditif externe  
vu d'en haut (Poirier).

constituant un isthme à ce niveau. On peut donc schématiquement comparer la forme du conduit auditif à celle d'un sablier.

## II. — *Oreille Moyenne*

L'oreille moyenne est une cavité remplie d'air, creusée dans l'épaisseur du temporal, entre le conduit auditif externe et l'oreille interne. Nous étudions successivement :

- 1<sup>o</sup> La membrane du tympan ;
- 2<sup>o</sup> Sa caisse proprement dite ;
- 3<sup>o</sup> Ses fenêtres labyrinthiques.

### *Membrane du tympan*

Cette membrane tendue entre l'extrémité interne du conduit auditif externe et la caisse du tympan est assez régulièrement circulaire. Cependant son diamètre vertical l'emporte généralement sur son diamètre horizontal : celui-ci serait en moyenne de 10 millimètres à 10 mm. 5, celui-là de 11 millimètres. Quant à son épaisseur, elle peut être évaluée à 0, mm. 1 (c'est-à-dire à peu près l'épaisseur d'une feuille de papier à cigarettes ou une feuille de baudruche). Cette membrane n'est pas verticale, mais fortement inclinée, si bien que son axe se dirige obliquement en dehors, en bas, et en avant. Elle fait avec le plan horizontal un angle de 45 à 55 degrés, ouvert en dehors et avec le plan sagittal, un angle de 50 degrés environ ouvert en arrière. Ce degré d'inclinaison de la membrane du tympan est tel qu'une verticale menée par son pôle supérieur rencontrera la paroi inférieure du conduit externe à 6 millimètres en dehors de son pôle inférieur. FICK a prétendu qu'au point de vue physique la membrane du tympan est d'autant plus sensible à l'action des ondes sonores qu'elle se rapproche davantage de la verticale. En concordance avec ces données BONNAFONT et SCHWARTZ ont constaté que chez les musiciens la membrane du tympan est beaucoup plus relevée qu'elle ne l'est d'ordinaire (?) et d'autre part nous devons à LUCAS l'observation non moins intéressante que cette membrane se trouve très inclinée chez les sujets dépourvus de sentiment musical.

L'élasticité de la membrane du tympan est grande, son extensibilité est notable. C'est ainsi que la membrane peut être répoussée (cela a lieu dans certains états pathologiques) jusqu'au contact de la paroi interne de la caisse, où inversement, elle peut bomber fortement dans le conduit auditif externe. GRÜBER a constaté qu'une pression méthodique permet d'augmenter la surface de la membrane du tympan, de 1/5 à 1/3. D'après Helmholtz et Gellé l'étendue de son mouvement en dedans ne dépasse pas à l'état normal 0 mm. 1, le mouvement en dehors est beaucoup plus étendu. Quoique mince cette membrane est forte, résistante, elle peut supporter, d'après SCHMIEDEKAM et HENSEN, une colonne de mercure de 140 à 160 centimètres.

Cependant un changement brusque de pression soit sur sa face externe, soit sur sa face interne peut la déchirer. Une onde sonore puissante peut également le briser.

Limitée en bas par les ligaments tympano-malléolaires, en haut par la paroi supérieure du conduit auditif, la membrane de Shrapnell doit être mentionnée ici, parce qu'elle est à la fois plus mince et plus lâche et plus proéminente du côté du conduit que les autres portions de la membrane tympanique. Sa forme est triangulaire, sa hauteur est de  $1 \frac{1}{2}$  à 3 millimètres. Rappelons encore que la structure du tympan présente trois couches : une couche externe cutanée, une couche moyenne fibreuse, une couche interne muqueuse. La couche fibreuse très résistante se subdivise en deux laines, l'une formée de fibres radiées se dirigeant de la périphérie de la membrane et se dirigeant vers l'autre, l'autre formée de fibres circulaires, plus interne que la précédente diminuant d'épaisseur de la périphérie au centre.

### C. — La chaîne des osselets

C'est un appareil coudé qui va de la membrane du tympan, dans l'épaisseur de laquelle est contenu le manche du marteau, à la fenêtre ovale, dans laquelle s'enchasse l'étrier. Les osselets qui la constituent sont au nombre de trois.

1<sup>o</sup> Le marteau, le plus externe et le plus long. Il mesure de 7 à 9 millimètres et pèse de 22 à 26 milligrammes ;

2<sup>o</sup> L'enclume, située en arrière et en dedans du marteau, dont le poids, un peu supérieur à celui du marteau, est environ de 25 à 26 milligrammes (EITELBERG) ;

3<sup>o</sup> L'étrier, en dedans de l'enclume, le plus faible de tous, dont le poids ne dépasse pas deux milligrammes.

Ces osselets s'articulent : le marteau avec l'enclume, l'enclume avec l'étrier, par deux articulations appartenant l'une et l'autre à la classe des *diarthroses*, et formant un ensemble dont le poids total est d'environ 12 centigrammes. Cette chaîne, considérée au point de vue de ses mouvements, est soumise à l'action de deux muscles : le muscle du marteau, le muscle de l'étrier. Leur importance dans la question qui nous occupe leur mérite une description. *Le muscle du marteau*, fusiforme, a 0 m. 02 de long et occupe le canal osseux qui porte son nom. Il naît du toit du cartilage de la trompe, de la partie avoisinante de l'aile du sphénoïde et des parois du canal qui le contient. De là il se porte en arrière en dehors et en haut, longe le côté supérieur et interne de la trompe, et arrive dans la caisse du tympan dont il suit la paroi interne jusqu'à la fenêtre ovale. Se coudant alors à angle droit, il quitte son canal, traverse horizontalement la caisse et finalement vient s'attacher à la partie supérieure et interne du manche du marteau. Son action est alors la suivante : sa contraction attire en dedans l'extrémité supérieure du manche du marteau, ce qui par un mouvement de bascule

porte la tête en dehors. Le corps de l'enclume suit alors la tête du muscle en pivotant autour de sa branche horizontale, tandis que sa branche verticale, se déplaçant en dedans, refoule l'étrier qui s'enfonce dans la fenêtre ovale.

L'action de ce muscle produit donc le double effet de tendre la membrane du tympan, par le déplacement en dedans du manche du marteau, et d'augmenter la pression intra-labyrinthique, par le déplacement en dedans de la base de l'étrier.

Le muscle de l'étrier n'a que 8 millimètres de long. Il naît et se loge dans le canal de la pyramide, qui s'ouvre à la partie postérieure de la caisse. A son extrémité supérieure il s'infléchit comme le canal lui-même et se jette sur un grêle tendon. C'est ce tendon qui, sorti du canal osseux par le sommet de l'orifice de la pyramide, traverse la caisse et vient s'insérer soit sur la tête, soit sur le col l'os.

Par sa contraction ce muscle attire en arrière la tête de l'étrier. Sa base, exécutant un mouvement de bascule voit alors son extrémité postérieure enfoncée dans la fenêtre ovale, tandis que son extrémité antérieure s'en trouve dégagée, et comme l'axe de rotation est plus rapproché de l'extrémité postérieure que de l'extrémité antérieure, la portion d'étrier qui s'enfonce alors est moins grande que celle qui en sort, d'où diminution de pression du liquide labyrinthique. Mais cette même attraction en arrière de la tête de l'étrier a eu pour effet, du côté de l'enclume, de porter en arrière la branche verticale de cet os et d'incliner son corps en bas et en même temps que la tête du marteau, ce qui relâche la membrane du tympan.

En résumé, le muscle du marteau : augmente la tension de la membrane du tympan et la pression du liquide labyrinthique ;

le muscle de l'étrier : détend la membrane du tympan et décomprime le liquide labyrinthique

Le nerf du « muscle du martau » émane de la racine motrice du trijumeau ; le muscle de l'étrier reçoit son innervation d'un rameau du facial.

#### *Articulation des osselets entre eux*

Les anatomistes ne sont pas d'accord sur la nature des connexions reliant les différentes pièces de la chaîne ossiculaire. GUIBÉ (in POIRIER) et TESTUT décrivent avec PAPPENHEIM et figurent l'un d'après KESSEL, l'autre d'après POLITZER, l'*articulation incudomalléolaire* comme une articulation par emboîtement réciproque, possédant une synoviale et même un ménisque. L'*articulation incudostapédiennne* serait également, pour Rudinger, une véritable enarthrose, qui, comme la précédente, présenterait des surfaces articulaires tapissées d'une synoviale et séparées par un ménisque. Pour BRUNNER au contraire ces articulations seraient de véritables symphyses ; c'est également à cette opinion que se rallie Brühl dans son récent manuel d'otologie : « L'articulation entre le marteau et l'enclume, dit-il, du même genre que celle qui relie l'enclume à l'étrier, est de la catégorie des symphyses ; les

« osselets sont unis par des disques fibro-cartilagineux pourvus d'espaces lacunaires et renforcés à leur périphérie par des faisceaux fibreux, émanant du périoste et jouant le rôle de capsule articulaire ».

#### D. -- Les fenêtres Labyrinthiques

Des six parois de la caisse du tympan, c'est la paroi interne ou labyrinthique la plus importante, parce qu'elle présente les ouvertures qui mettent en communication les organes de transmission avec ceux de perception. Sur cette paroi, en regard de l'ombilic de la membrane du tympan, se trouve le *promontoire* : saillie osseuse haute de 6 millimètres, large de 8 millimètres et qui correspond, du côté du labyrinth, à la paroi externe du premier tour de spire du limaçon. Au dessus et un peu en arrière du promontoire se trouve la *fenêtre ovale* du vestibule, qui reçoit le platine de l'étrier et s'ouvre dans le vestibule. La fenêtre ovale a 3 ou 4 millimètres de longueur sur 1 mm. 5 de haut. Son bord supérieur est courbe à concavité dirigée en bas, son bord inférieur est à peu près rectiligne ce qui donne à la fenêtre, l'aspect d'une gueule de four. Elle est parfois horizontale, parfois oblique en arrière et en bas. Elle occupe le fond d'une dépression infundibuliforme (fossette de la fenêtre ovale, pelvis ovalis) plus ou moins profonde suivant les sujets, mais toujours très accentuée. Cette fenêtre est comblée, du côté de la caisse par la base de l'étrier, du côté de l'oreille interne par le périoste du vestibule, qui s'étend sans interruption de l'un à l'autre bord de la fenêtre ovale en adhérant intimement à la base de l'étrier.

Il est intéressant pour nous de noter ce fait, qu'en réalité la base de l'étrier et le pourtour de la fenêtre ovale ne sont pas exactement en contact. D'après Eysselle il existerait entre ces deux surfaces une petite fente circulaire dont la largeur serait de 15  $\mu$ . au niveau de l'extrémité postérieure tandis qu'elle atteindrait 100  $\mu$ . à l'extrémité antérieure. Cet espace serait comblé par des fibres dont l'ensemble constituerait le ligament annulaire de la base de l'étrier.

Au-dessous de la fenêtre ovale, à la partie postéro-inférieure du promontoire se trouve un deuxième orifice celui-là de forme à peu près circulaire et plus étroit : c'est la fenêtre ronde, ou fenêtre cochléaire, qui correspond du côté de l'oreille interne à l'extrémité inférieure de la rampe tympanique du limaçon. Les dimensions de cette fenêtre varient de 1 mm. 5 à 3 millimètres. Comme la fenêtre ovale, elle s'ouvre au fond d'une dépression (fossette de la fenêtre ronde, fossula rotunda) qui se présente comme un conduit étroit (1 à 2 millimètres de large) oblique en haut et en avant). Cette fenêtre est obturée par une membrane (membrane de la fenêtre ronde, tympan secondaire) qui se trouve située dans un plan oblique en dedans en bas et en avant, presque horizontal, regarde donc à la fois en arrière, en dehors, et un peu en bas. Histologiquement cette membrane est formée de trois couches : Une couche externe qui n'est autre que la muqueuse tympan-

nique, une couche moyenne formée de fibres conjonctives radiées, et une couche interne que baigne la périlymphe et qui, comme dans tous les espaces périlymphatiques, est constituée par une formation endothéliale.

### **III. Oreille interne**

L'oreille interne est située dans l'épaisseur du rocher, en dedans et un peu en arrière de la caisse du tympan. Elle est formée par un certain nombre de cavités osseuses (labyrinthe osseux) dans lesquelles se trouvent incluses d'autres cavités plus petites aux parois membraneuses, dans lesquelles viennent s'épanouir les fibrilles terminales du nerf auditif (labyrinthe membraneux). Ces cavités membraneuses sont remplies par un liquide appelé endolymphe, et séparées des cavités osseuses par un autre liquide désigné sous le nom de périlymphe. Ces cavités qui constituent le labyrinthe membraneux sont, l'utricule, le saccule, les canaux semi-circulaires, le limaçon membraneux et le sac endolymphatique.

Or il est actuellement définitivement admis que l'ensemble de ces cavités constitue deux appareils sensoriels distincts ; à savoir, d'une part l'appareil vestibulaire (comprenant l'utricule, le saccule et les canaux demi-circulaires), qui a pour fonction l'équilibration ; d'autre part l'appareil cochléaire, ayant pour siège le limaçon et qui est l'organe de l'audition. C'est celui-ci qui nous intéresse actuellement et que nous étudierons au point de vue anatomique :

#### ***Le Limaçon***

Nous étudierons successivement le limaçon osseux et le limaçon membraneux.

##### **A. — Limaison osseux :**

Le limaçon osseux est ainsi nommé parce qu'il décrit des tours de spire comme la coquille du mollusque de ce nom. Son axe est à peu près perpendiculaire à l'axe du rocher. Il est en rapport avec la caisse du tympan par sa base qui répond à la partie antérieure de celle-ci, et par sa face externe qui répond au promontoire. On distingue au limaçon osseux trois parties :

- 1<sup>o</sup> Un noyau central : la *columelle* ;
- 2<sup>o</sup> un tube enroulé sur lui-même : le *tube limacéen* ;
- 3<sup>o</sup> une lamelle osseuse qui divise sa cavité interne en 2 parties ou rampes : la *lame spirale*.

La *columelle* est un cône creux haut de 3 millimètres ; sa largeur, de 3 millimètres à sa base, n'est plus que de 1 millimètre au niveau du second tour, qu'elle ne dépasse pas. La paroi de cette cavité présente une double série d'orifices, décrivant comme le tube limacéen deux tours et demi à trois tours destinés à livrer passage aux ramifications du nerf cochléaire et

dont l'ensemble constitue le *crible spiroïde*. Tous ces canaux aboutissent au canal spiral de Rosenthal creusé en partie dans la paroi externe de la columelle, en partie dans la paroi interne du tube du limaçon.

*Le tube du limaçon*, creux, s'enroule autour de la columelle. Sa longueur totale est de 28 à 30 millimètres. Son diamètre est de 2 millimètres à son origine, mais diminue peu à peu au fur et à mesure qu'on s'approche de son sommet. Il prend son origine sur le côté interne du promontoire immédiatement au-dessus de la fenêtre ronde puis s'enroule autour de la columelle.

A la fin du deuxième tour, ayant atteint le sommet de la columelle, sa paroi interne cesse d'exister, tandis que sa paroi externe continuant son trajet décrit un troisième tour en formant une gouttière curviligne, qui est la coupole du limaçon.

*La lame spirale*, qui prend naissance sur le plancher du vestibule, au-dessus de la fenêtre ronde, traverse dans toute sa hauteur la cavité du tube limacéen qu'elle sépare en 2 parties : l'une supérieure, l'autre inférieure : *les rampes*. Entre les deux lames osseuses qui la constituent se trouvent des canaux prenant naissance sur la paroi externe du canal de Rosenthal et livrant passage aux filets nerveux, qui se rendent aux parties molles du limaçon. La lame spirale présente ses plus grandes dimensions au niveau du premier tour, elle occupe alors les 2/3 antérieurs de la largeur du tube cochléaire, puis elle diminue graduellement dans le deuxième tour pour se terminer dans le troisième tour sous la forme d'un crochet (bec, rostrum, hamulus). Le bord concave de ce crochet se transforme en un orifice arrondi *l'hélicotréma* (*ou canalis communis scalarum* Cassebohn), qui doit établir la communication entre les deux rampes.

### Rampes du limaçon

Les rampes ont la forme d'un demi cylindre creux et sont placées l'une en avant de la lame spirale ; c'est la *rampe vestibulaire* (parce qu'à sa base elle communique avec le vestibule) ; l'autre en arrière de cette lame : c'est la *rampe tympanique* (parce qu'elle prend son origine à la fenêtre ronde). Ces deux rampes ne sont pas de dimensions égales. Suivies de la base au sommet la rampe vestibulaire est d'abord beaucoup plus étroite que la rampe tympanique, elle lui devient égale à la fin du deuxième tour, et cette égalité persiste pendant la moitié du deuxième tour. Plus loin la rampe vestibulaire s'agrandit au détriment de la rampe tympanique et elle l'emporte alors sur cette dernière jusqu'à sa terminaison au-dessous de la coupole (TESTUT).

### Limaçon membraneux

Le limaçon membraneux est un long canal, de section non plus cylindrique, mais triangulaire, qui suit les tours de spire du limaçon osseux sur toute sa longueur et que l'on désigne sous le nom de *canal cochléaire*. Ce

canal disposé le long du bord externe de la lame spirale continue ce bord jusqu'à la paroi externe de la lame des contours et complète ainsi la cloison osseuse que forme la lame spirale. Il présente sur une coupe transversale la forme d'un conduit prismatique triangulaire dont le sommet répond à la lame spirale, dont la base repose sur la paroi externe de la lame des contours. Le canal cochléaire présente à considérer :

1<sup>o</sup> *Le ligament spiral* : épaississement du périoste situé sur sa face externe, et revêtant sur les coupes la forme d'un croissant ; il est intéressant de signaler, entre autres détails, au niveau du canal cochléaire, l'existence de la strie vasculaire de Corti très riche en vaisseaux ;

2<sup>o</sup> *la bandelette sillonnée* : c'est un épaississement du périoste, qui revêt la face antérieure de la lame spirale ; elle est large de 0 mm. 20 au niveau du premier tour et de 0 mm. 12 au niveau du troisième. Sa face antérieure est découpée en saillies quadrilatères appelées dents auditives. Les divisions terminales du nerf cochléen le traversent pour se rendre à l'organe de Corti ;

3<sup>o</sup> *La membrane de Reissner* : elle prend son origine au niveau du bord interne de la bandelette sillonnée, se dirige en avant et en dehors pour se porter à la partie antérieure du ligament spiral ; elle sépare ainsi le canal cochléaire de la rampe vestibulaire ;

4<sup>o</sup> *La membrane basilaire* : cette membrane forme la paroi postérieure du canal cochléaire qu'elle sépare de la rampe tympanique.

On lui distingue une portion interne dite *zone lisse* et une portion externe dite *zone striée*.

*La zone lisse* répond à la partie interne de l'organe de Corti qui repose sur elle.

*La zone striée*, encore appelée *zone pectinée*, fait suite à la précédente et s'étend jusqu'au ligament spiral. Elle doit son nom à un système de stries que l'on voit sur sa face antérieure ; ce sont sur ces stries qu'Helmholtz base sa théorie. Il considère chacune d'elles comme un résonateur spécifique d'un son donné.

Les anatomistes ne sont pas encore d'accord sur leur nature. Les uns les considèrent comme le résultat d'une simple apparence, produite par les réactifs ; d'autres, avec HENSEN ET NUEL, en font des cordes isolées, rigides et élastiques, qui seraient tendues entre les piliers externes de l'organe de Corti et le ligament spiral. (TESTUT). Testut pense qu'elles ont une existence réelle ; elles sont toujours plus nombruses que les piliers de l'organe de Corti qui reposent sur leur partie interne ; on en compte 3 ou 4 pour chacun d'eux. Au point de vue de leur structure, ces fibres raides (RANVIER), hyalines, sont noyées dans une substance interstitielles hyaline et se disposent régulièrement en éventail, de la lame spirale au ligament spiral. En d'autres termes elles divergent en se portant de dedans en dehors.

6<sup>o</sup> *Organe de Corti*, encore appelé papille spirale ou crête spirale, est situé sur les 2/3 internes de la membrane basilaire. Il se compose des formations suivantes :

1<sup>o</sup> *Arcades de Corti* : dont l'ensemble constitue le tunnel de Corti. On

distingue les piliers internes et les piliers externes, ceux-ci s'emboitant dans ceux-là. Ces piliers internes et externes sont en contact par leur base et par leur tête. Mais au niveau de leur corps les piliers internes sont très rapprochés, les piliers externes très écartés les uns des autres. Le tunnel de Corti est plus large dans les derniers tours de spire que dans les premiers. D'après Waldeyer le nombre total des piliers serait de 10.400 (6.000 internes 4.400 externes). Ce sont des cellules épithéliales, dont le rôle dans l'audition est encore à déterminer).

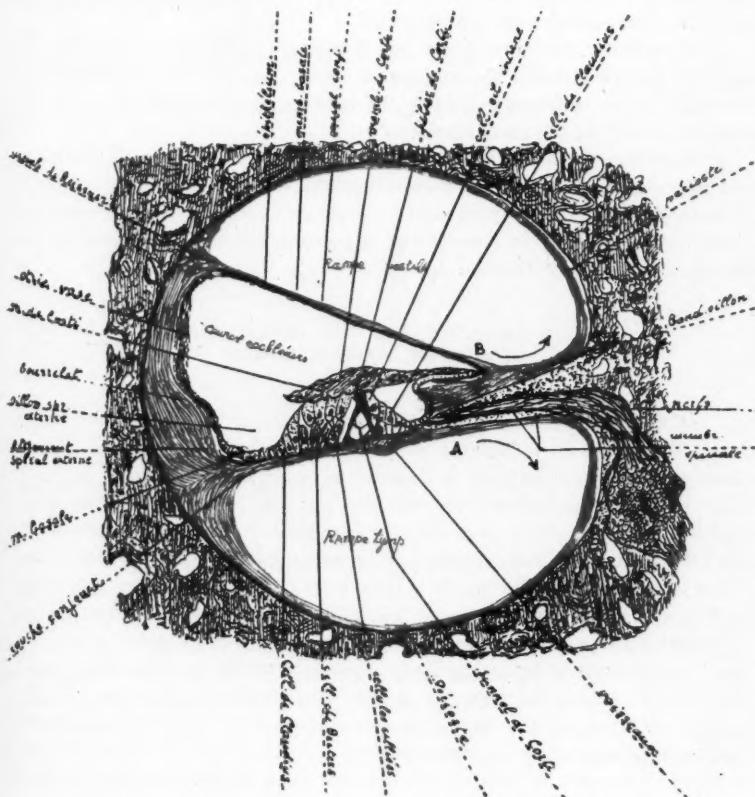


FIG. 5. — Coupe transversale du canal cochléaire (d'après R. Collin).

2<sup>e</sup> Cellules épithéliales de l'organe de Corti. On les distingue en :

*A) cellules ciliées, cellules auditives.* Ces cellules sont placées sur 2 ou 3 rangées du côté externe (par rapport à l'axe du limaçon), des arcades de Corti, sur une seule rangée du côté interne. Ces cellules ont la forme d'un dé à coudre et, à leur partie supérieure, se dressent des cils auditifs (au nombre

de 20 d'après Retzius), disposés en ligne droite ou en fer à cheval. D'après Bonnier, le plateau de la cellule de Corti présenterait une petite capsule, sous laquelle on observerait un petit organe ovale entouré par un filament en spirale. Ce sont des cellules hautement différenciées, et les cils ne sont nullement la terminaison du nerf auditif, comme on l'avait cru tout d'abord.

B) *Cellules de Deiters*, fusiformes : ce sont des cellules de soutien.

C) *Cellules de Claudius* : les plus éloignées de part et d'autre de l'organe de Corti, ce sont des éléments cylindriques de soutien qui établissent la transition avec le reste de l'épithélium ;

3<sup>e</sup> *Membrane réticulaire*. C'est une formation cuticulaire qui recouvre toute la portion externe de l'organe de Corti. Les cellules auditives sous-jacentes, et les différents éléments de soutien y dessinent par transparence des ronds et des phalanges ;

4<sup>e</sup> *Membrane de Corti*. Comme la précédente la membrane de Corti est une mince cuticule (*Tectoria*) qui a son origine sur la bandelette sillonnée et se porte en dehors en surplombant l'organe de Corti dans ses 3/4 externes. Ferré, Ayers et Bonnier considèrent la tectoria comme une agglutination des cils des cellules de Deiters.

### *Liquides de l'oreille interne*

L'endolymph est un liquide clair, très fluide et incolore, qui remplit toutes les cavités du labryrinthe membraneux. Grâce d'une part au *canalis réuniens de Hensen* qui unit le limacon au saccule, d'autre part au *canal endolymphatique ou aqueduc du vestibule* qui relie le saccule à l'utricule, le liquide endolymphatique peut circuler librement dans ces différentes cavités. De plus le canal endolymphatique se termine dans le sac du même nom qui se trouve situé au-dessous de la dure-mère cérébelleuse et qui communiquerait par de fins pertuis avec les méninges (RUDINGER, PORTMANN).

La périlymph présente sensiblement les mêmes caractères physiques que l'endolymph. Elle occupe l'espace compris entre le labryrinthe osseux et le labryrinthe membraneux. Le liquide périlymphatique, comme l'endolymph ne forme qu'une seule masse de liquide, et comme elle également, communique au liquide céphalorachidien par un canal : *le canal périlymphatique au aqueduc du limacon* qui, naissant de la basse de la rampe tympanique, aboutit aux espaces sous arachnoïdiens sur la face postérieure du rocher.

*Mensurations du limacon*

d'après Waldeyer).

*Canal Cochläaire* : Largeur 1<sup>o</sup> tour 800  $\mu$ ; 2<sup>o</sup> tour 700  $\mu$ .Hauteur 1<sup>o</sup> tour 300  $\mu$ ; 2<sup>o</sup> tour 380  $\mu$ .*Tunnel de Corti*. — Largeur (à la base) 70  $\mu$ .*Piliers de Corti*. — Longueur des piliers internes 50  $\mu$ ." " " " externes 60  $\mu$ .Épaisseur des Piliers interne 45  $\mu$ ." " " externes 3  $\mu$ .*Cellules ciliées*. — Interne nombre 3300 longueur 18  $\mu$ " " " largeur 7  $\mu$ Externe nombre 18.000 longueur 48  $\mu$ ;" " " largeur 6  $\mu$ .*Cils auditifs* :" " " longueur 15  $\mu$ .*Membrana tectoria*. — Largeur sens radiaire 215  $\mu$ .

## CHAPITRE IV

## PHYSIOLOGIE DE L'OREILLE EXTERNE

La physiologie de l'oreille externe, comme son anatomie, peut être divisée en deux parties, à savoir :

- 1<sup>o</sup> La physiologie du pavillon ;
- 2<sup>o</sup> La physiologie du conduit.

*I<sup>o</sup> Physiologie du pavillon*

L'un des procédés les plus généralement et les plus universellement employés pour découvrir les propriétés d'un organe consiste à étudier les phénomènes de déficit qu'entraîne son absence, soit pathologique, soit expérimentale. Or, si nous rassemblons les résultats obtenus par cette méthode, en rapprochant les faits superposables et en les classant, des plus simples aux plus complexes, nous arriverons à nous faire une opinion bien assise du rôle cet organe dans l'audition.

**1<sup>o</sup> Groupe de faits :**

COOPER cite le cas d'un enfant dépourvu de pavillon et qui entendait. TOVNBEY rapporte l'observation d'un matelot qui avait eu les oreilles coupées et qui n'était pas sourd.

Ces deux observations, si elles établissent la preuve de la non nécessité

physiologique du pavillon, ne nous permettent cependant pas d'en contester l'utilité et de nous rallier à l'opinion d'ITARD, RICHARD, LESCHEVING, WEPFER. Nous en pouvons conclure que le pavillon n'est pas un organe essentiel à l'audition.

### **2<sup>e</sup> Groupe de faits :**

KEISNER ayant coupé les oreilles d'un chat constate qu'il y a diminution de l'ouïe (?)

SCHNEIDER remplit de cire toutes les cavités du pavillon et trouve une diminution nette de l'ouïe.

Et ceci suffit à affirmer que pour n'être pas essentiel, le rôle du pavillon n'en est pas moins certain.

Gradenigo rapporte l'observation d'un paysan qui avait eu l'oreille tranchée d'un coup de couteau et à qui il ne restait que le tragus et les parties inférieure et supérieure de la conque. Il signale que le sujet avait une audition diminuée de ce côté (¹).

### **3<sup>e</sup> Groupe de faits :**

*Expérience de Weber.* — Une montre est placée sur la table en face de nous : nous l'entendons ; or si nous collons notre pavillon sur l'apophyse mastoïde et si nous supprimons fonctionnellement le pavillon, nous ne l'entendons plus : nous ne la réentendons que si nous la plaçons devant notre conduit auditif.

Or puisque sans pavillon nous n'entendons que les sons placés dans un plan perpendiculaire à l'axe de notre conduit auditif, qu'avec notre pavillon nous les entendons quelque soit le plan dans lequel il se trouve, nous pouvons conclure que le pavillon recueille les ébranlements qui passeraient trop obliquement au voisinage du méat pour intéresser la masse d'air du conduit. C'est donc un collecteur d'ondes.

### **4<sup>e</sup> Groupe de faits :**

Le malade de Gradenigo qui ne percevait la montre placée dans l'axe de son méat, qu'a une distance maxima de 0 m. 50 pouvait entendre celle-ci à 1 m. 50 si un speculum évasé était placé dans son conduit.

« J'arme mon oreille, nous dit Gellé, d'un tube de caoutchouc, de 30 centimètres ; ma montre est placée en face de moi sur mon bureau. Je la cherche en vain du bout de mon tube, si les yeux ne me viennent en aide.

« Mais si je place autour de cette extrémité du tube une carte fine un peu concave, cet écran suffit aussitôt pour m'indiquer la direction du corps

(¹) Les observations de ce genre, d'interprétation fort difficile, sont souvent sujettes à caution. Mais ici la personnalité de son auteur nous permet d'attribuer une valeur à ce document.

« sonore ; il a récolté de loin et réfléchi les ondes sonores. Je sens que le « son augmente au fur et à mesure que je l'approche ». Cette expérience qui a été reprise par Marage, nous montre que le pavillon sert à l'orientation du son. La même expérience peut être également faite simultanément pour les deux pavillons.

Un tube de caoutchouc est adapté aux deux conduits auditifs, qu'il réunit et clôt hermétiquement. Si l'anse du tube passe sous les yeux du patient une montre posée en son milieu exactement donne une seule sensation auditive, rapportée par le sujet en avant de lui, puisqu'il voit la montre. S'il ferme les yeux, et que d'un mouvement rapide on porte à son insu l'anse de caoutchouc en arrière, sur sa nuque, à la question : « Où est la montre ? » il répondra invariablement : « en avant » ; car le son est toujours le même, et il n'y a eu aucun mouvement de recherche, ni variation aucune dans l'intensité du son. Les pavillons sont donc des écrans membraneux destinés à capter sur une assez large surface les ondes sphériques propagées dans le milieu ambiant. Sans lui, de ces ondes, nous ne recevrions que celles qui seraient situées dans un cône, qui aurait le conduit auditif pour sommet et dont la largeur varierait selon la profondeur du conduit et le diamètre du méat. Or à ce cône, la forme complexe du pavillon vient en ajouter deux autres. L'un très large, antérieur, détermine par la concavité de la conque ; l'autre plus étroit, déterminé par la région du tragus. Une figure, que nous empruntons à Bonnier, détermine très nettement cette zone de réception. Elle nous explique également comment il se fait qu'un corps sonore tournant autour de nous, la force du son va en augmentant d'avant en arrière jusqu'au moment où il rencontre l'axe auditif ; puis diminue, pour disparaître même (si le son est faible) quand il passe en arrière du pavillon (zone de silence). Tous ces faits sur le rôle du pavillon de l'oreille, sont acquis maintenant, et nul à l'heure actuelle ne conteste à cet organe son utilité pour collecter et localiser les ondes sonores, mais les opinions diffèrent quant aux modes selon lesquels la transmission s'effectue. Les uns admettent que le pavillon réfléchit purement et simplement les ondes vers les profondeurs de l'oreille ; d'autres estiment, qu'indépendamment de cette transmission par réflexion, les vibrations sonores sont communiquées par l'air à la substance même du pavillon, puis par cette substance au cartilage du conduit auditif et de là au tympan. SAVART, LEUGET, VOLTOLINI et SCHNEIDER ont soutenu la première de ces hypothèses, BONNIER et ROUIS<sup>(1)</sup> la seconde. Les premiers appuyaient leurs assertions sur des faits de ce genre : En 1812 le général G. commandant la place de Paris, puis en 1883 un ancien soldat des Invalides, trépanés tous deux pour fracture compliquée

(1) ROUIS. D. M. P., médecins principal d'armée, a, en 1877, dans un ouvrage intitulé : *Recherches sur la transmission du son dans l'oreille humaine*, étudié et commenté les différentes théories de l'audition admises à cette époque et a émis des idées nouvelles pleines d'intérêt. Personne encore, à notre connaissance, n'ayant fait mention de cet ouvrage, il nous semble que cet oubli doit être réparé, et qu''étant donné la rareté des travaux français sur la question, celui-ci mérite une place honorable dans la bibliographie.

du crâne, étaient complètement sourds aux sons qui arrivaient à leurs oreilles, mais ils entendait néanmoins la conversation quand on approchait la bouche de la cicatrice de trépanation. L'analogie du tissu fibreux cicatriciel, avec le cartilage de l'oreille externe, d'une part, le passage direct des ondes, dans ce cas, de l'air aux parties solides, leur semblaient des preuves suffisantes.

Rouïs et Bonnier ont repris cette opinion en se basant sur les expériences suivantes :

1<sup>o</sup> Si nous appliquons une montre ou un diapason vibrant sur un point quelconque du pavillon, le son perçu par l'oreille n'est jamais aussi fort que quand la montre ou le diapason vibrent librement au niveau du méat.

2<sup>o</sup> Bonnier place dans le méat l'extrémité du tube otoscopique sur la partie moyenne duquel vibre un diapason. Il entend ce dernier, non par les parois du tube lesquelles sont en continuité de transmission avec les parois du conduit, mais par la mise en oscillation de l'air du tube qui est en continuité avec celui du conduit. Il suffit pour démontrer de pincer légèrement le tube entre le diapason et l'oreille. Tant que la colonne d'air n'est pas intercoupée par l'accolement des parois, le son ne varie guère, il cesse subitement quand l'interception a lieu. Si le son était parvenu par les parties solides, le son n'eut pas cessé, du moins brusquement, au moment de l'occlusion complète.

Cette expérience peut s'appliquer au conduit auditif comme au pavillon. Or on sait avec quelle difficulté les fluides gazeux transmettent leurs vibrations aux corps solides et les ondes, qui frappent ainsi les parties solides se réfléchissent, plus qu'elle ne pénètrent. Aussi, dans la première expérience, le peu qui ait été entendu nous paraît être dû aux ondes sonores qui malgré l'application intime du corps vibrant et du cartilage, ont été transmises par le milieu ambiant et réfléchies vers le conduit auditif par les parties voisines du pavillon. Il est certain que la transmission cartilagineuse ou osseuse existe, mais la part qu'elle prend à l'audition aérienne normale nous paraît tellement faible qu'il nous semble qu'on puisse ici en pratique, à l'instar de Bonnier, la négliger. Du reste tout dernièrement encore Torndorf a signalé que la conduction cartilagineuse était beaucoup plus défective que la conduction osseuse.

L'opinion de Weber, qui a supposé que les impressions tactiles provoquées par l'effleurement des ondes sonores sur les poils du pavillon était nécessaire à l'oreille moyenne pour dénoter l'intensité et l'orientation de ces ondes, nous semble difficilement acceptable. Les enfants qui en ont peu, ou pas, orientent aussi bien le son que les gens âgés chez qui ces poils sont quelquefois abondants et très développés, mais cependant il faut reconnaître que par leur anatomie histologique, ils se rapprochent beaucoup des poils tactiles. Aussi pensons-nous qu'il faut limiter la physiologie du pavillon au double rôle de collecteur et d'indicateur de direction (mais pas par ses phanères, comme le dit Weber) que nous lui assignions au début du chapitre sans lui attribuer une action bien sensible pour la transmission,

parce qu'il est difficile de trouver dans l'économie un plus défectueux appareil de transmission solidienne que l'oreille externe (BONNIER).

## 2<sup>e</sup> Physiologie du conduit auditif

Soit une capsule de Koenig munie d'une membrane de caoutchouc très mince. Dans la chambre à gaz on fait passer un courant d'acétylène qu'on allume. On photographie la flamme sur une feuille de papier sensible qui passe derrière l'objectif d'un appareil de photographie avec une vitesse de 1 m. à 1 m. 50 à la seconde. Si la membrane est directement au contact de l'air sans qu'elle soit entourée du moindre rebord, il est impossible de la faire entrer en vibration apparente, il semble que les vibrations glissent à la surface, il faut l'entourer d'un cylindre de 2 à 3 centimètres de hauteur pour qu'elle puisse vibrer : ce cylindre est l'analogie du conduit auditif (Expérience de Marage).

Cette expérience nous renseigne immédiatement sur la physiologie du conduit auditif. Il canalise les vibrations, ce qui a pour effet de renforcer leur action sur le tympan. Il transmet en effet :

1<sup>o</sup> Les vibrations directes qui étaient comprises dans le cône auditif qui correspond à l'axe ;

2<sup>o</sup> Les vibrations réfléchies soit : par la région de la conque, soit par la région du tragus.

Toutes ces vibrations, comme l'a fort bien montré Bonnier, se comportent dans le conduit comme elles se comporteraient dans un tuyau fermé à l'une de ses extrémités. Or la physique nous apprend que dans ces cas il tend à se produire un nœud au niveau de l'extrémité close. Or le nœud est ce point de la courbe où les oscillations sont à leur minimum et les variations de pression à leur maximum. Ces conditions qui se trouvent réalisées dans l'oreille nous apparaissent comme très favorables pour transmettre au tympan les impressions (compressions et dépressions) qui viennent de l'extérieur. Le tympan est mû par ces mouvements comme l'était la flamme dans l'expérience de Marage et la vibration passe ainsi de l'oreille externe à l'oreille moyenne, où nous la retrouverons plus tard.

Certains auteurs, ROUIS notamment, ont fait, des réflexions successives des rayons sonores sur les différents reliefs du pavillon et les coutures du conduit, une description minutieuse. Cette abondance de détails est à la fois superflue et incomplète. La morphologie si complexe du pavillon, ses modifications infinies de forme suivant les sujets, donnent des réflexions sonores d'une variété sans nombre. Mieux vaut retracer le principe de ce phénomène et ainsi en étudiant une seule nous les connaîtront toutes. Puisque nous l'avons dit plus haut la réflexion du son obéit aux lois de l'optique il nous suffira d'appliquer les deux principes fondamentaux suivants :

1<sup>o</sup> *Le rayon réfléchi reste dans le plan d'incidence déterminé par la normale et le rayon incident.*

2<sup>o</sup> *L'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence* ; et ainsi nous verrons qu'à côté des rayons qui pénètrent directement jusqu'à la membrane du tympan, les autres subissent dans le pavillon ou le conduit, une, deux ou trois réflexions successives selon leur point et leur angle d'incidence.

### **Orientation auditive**

« L'orientation auditive est, selon la définition de l'éminent professeur de Lyon, la capacité que possède le sens de l'ouïe de déterminer, avec plus ou moins de précision, indépendamment des qualités intrinsèques, des bruits, leur origine dans l'espace en ce sens, bien entendu, qu'il ne définit la position de la source sonore que par rapport au sujet, ou, plus exactement par rapport à sa tête » ; et BARD ajoute que l'orientation auditive est la résultante de trois éléments distincts, à savoir :

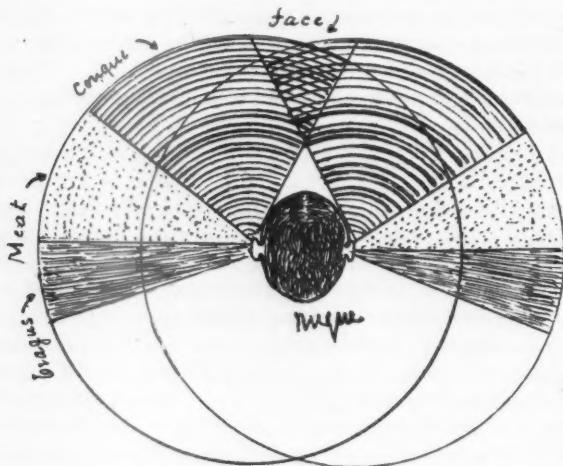


FIG. 6. — Orientation auditive (Bonnier).

1<sup>o</sup> l'orientation latérale : position de la source sonore d'un côté ou de l'autre du plan médian ;

2<sup>o</sup> l'orientation angulaire : position de la source sonore en haut, en bas, en avant, en arrière ;

3<sup>o</sup> l'appreciation de la distance.

BARD explique l'orientation latérale par un léger déplacement du plan de la membrane dans le sens du courant, déplacement qui serait du à l'action prédominante de l'onde positive sur l'onde négative, l'onde étant considérée d'une part au point de vue de ses vibrations, d'autre part, au point de vue des variations de pressions qu'elle imprime. L'étrier subirait alors, des

mouvements de piston variables selon les caractères d'orientation de l'onde, tandis qu'il subirait au contraire un mouvement de glissement selon l'incidence des ondes sonores.

*La sollicitation latérale* de BONNIER est assez voisine de la conception de Bard : pour lui toutes les ondes réfléchies par le pavillon et par le conduit viennent frapper la membrane du tympan avec une obliquité variable pour chacune d'elles. Or ces ondes, avec les ondes normales au tympan, agiront sur cette membrane en la déplaçant en dedans et en dehors, mais en même temps le tympan étant conique, elles exercent une poussée oblique qui pourra faire dévier le sommet de sa concavité. Bonnier voit dans cette *sollicitation latérale* dont le sens varie avec l'incidence de l'ébranlement, le mécanisme de l'orientation auditive qu'il admet pouvoir être unilatérale.

Contrairement à ces auteurs nous ne croyons pas que l'orientation auditive unilatérale puisse exister, car elle a contre elle les observations de tous les sourds d'une oreille qui, quand ils n'exécutent aucun mouvement de rotation de la tête, véritables mouvements de compensation, localisent toujours du côté de l'oreille saine. Quant au mécanisme de l'orientation selon le point d'incidence des rayons sur la membrane tympanique, il nous semble difficilement admissible ; certains rayons, en effet, n'atteignent le tympan qu'après un nombre assez important de réflexions sur le pavillon et le conduit, comme nous l'avons dit précédemment. Or deux rayons peuvent fort bien avoir le même point d'incidence sur le tympan, quoique venus de directions opposées, et ceci parce que leurs angles d'incidence seront différents et leurs réflexions en plus ou moins grand nombre.

Cette théorie de l'orientation auditive a été attaquée en 1898 par MAX EGGER et a été l'origine d'une assez vive polémique entre ces deux auteurs. Ce dernier attribuait aux canaux demi-circulaires, la fonction de l'orientation auditive. Mais depuis cette époque la physiologie des canaux demi-circulaires a fait de grands progrès et les travaux, de date postérieure à l'opinion de M. Egger, n'ont apporté aucun fait nouveau qui puisse être mis à l'appui de sa théorie. D'autre part, si les canaux demi circulaires donnaient l'orientation, la suppression du pavillon ne modifierait rien à cette impression auditive, contrairement à ce qui à lieu.

### Audition binauriculaire

C'est à l'action combinée des deux oreilles que doit être attribuée cette fonction de l'orientation. Quand une onde sonore nous arrive, elle frappe habituellement avec une inégale intensité nos deux oreilles. Or dans ces cas nous localisons toujours le son du côté où nous croyons l'entendre de la façon la plus intense. Ceci est hors de doute quoique la preuve n'en existe pas, comme la plupart des auteurs le croient encore, malgré la remarque de Bonnier dans l'expérience du tube binauriculaire, décrite plus haut. Cette

expérience, en effet, nous montre *simultanément* l'action individuelle de chaque pavillon, mais elle ne nous montre nullement l'action *simultanée* de chacun d'eux.

« *L'audition bilatérale, dit RAUGÉ, nous renseigne sur la position des corps sonores comme la vision bilatérale nous renseigne sur celle des corps visibles.* » Mais cette audition binauriculaire, si elle fait beaucoup dans la genèse de ce phénomène, ne fait pas tout. La vision, l'habitude psychique sont pour elle deux adjutants de première importance. Nous cherchons d'où vient un bruit : or ce bruit bien souvent nous le connaissons pour l'avoir déjà entendu maintes fois. De plus nous savons quel est le corps vibrant qui l'émet, quelle est sa forme, sa couleur etc... nous le connaissons également<sup>(1)</sup>. Il nous est alors facile, quand l'audition binauriculaire a déterminé dans lequel de nos deux champs auditifs (gauche ou droit) il se trouvait, de le localiser avec précision.

En résumé il nous semble donc que la triade « Audition binauriculaire-vision-éducation psychique » suffisent à déterminer cette sensation, souvent précise, mais quelquefois erronée par les réflexions subies par les vibrations dans le milieu ambiant, et qui nous fait dire que le bruit que nous percevons vient de tel et tel endroit.

### *Le conduit auditif, voie de sortie des sons*

Il est un dernier rôle attribué au conduit auditif : celui de donner issue aux ondes sonores. Mais quelles sont ces ondes sonores quisortent ainsi du conduit ? 1<sup>o</sup> Les ondes aériennes qui viennent frapper la membrane du tympan peuvent ne pas pénétrer toutes, mais être réfléchies par cette membrane. Nous avons déjà vu, en anatomie et nous reverrons plus loin, qu'un mécanisme d'accomodation règle la tension de la membrane. Or plus celle-ci est tendue, moins elle vibre, et dans ces conditions on comprend que contre cette membrane, un grand nombre d'ondes se réfléchissent et sans aller plus loin, fassent le chemin inverse.

2<sup>o</sup> Si une montre est appliquée sur le front d'un sujet et qu'au moyen du tube otoscopique nous auscultions ses oreilles, nous percevrons très nettement le tic tac de la montre qui sort par le conduit et viendra frapper notre oreille après avoir traversé celle du sujet.

Le mode de pénétration de ces sons a été osseux, leur mode de sortie aérien.

3<sup>o</sup> Quant aux sons qui pénètrent dans l'oreille par voie aérienne selon la théorie de l'audition à laquelle nous nous rangeons, nous les verrons mourir quelque part dans notre oreille après qu'ils auront impressionné notre

(1) Si nous ne le connaissons pas, c'est encore notre habitude psychique qui nous aide à le déterminer. Exemple : C'est un bruit de ferraille, c'est un sifflement, et nous orientons nos recherches vers des objets en fer, ou des objets dont la forme rappelle celui du sifflet ; de même, si nous entendons un bruit de moteur ,que nous reconnaissions être celui d'un avion, nous levons les yeux vers le ciel et cette orientation est de nature purement psychique.

appareil de réception ou ressortir de l'oreille interne pour reprendre en sens contraire le chemin du conduit.

Le conduit auditif, considéré comme voie de sortie des ondes ne présente d'intérêt que parce que se rattache à sa fonction l'explication du renforcement du son crânien dans les cas d'obturation du méat auditif. Traitant la physiologie et non la physio-pathologie de l'audition une telle discussion ne saurait trouver place ici. Mais les auteurs ont tellement développé cette question, GELLÉ, HINTON en particulier, que nous croyons cependant devoir mentionner que dans ces cas d'obstacle à l'expansion aérienne, l'audition renforcée est due à ce que la membrane du tympan est fortement impressionnée, parce qu'elle est le seul point de ce tube fermé à ces deux bouts qui se laisse déprimer par condensation et dilatation sous l'influence des ondes comprises dans cet espace clos et rigide de toute part.

## CHAPITRE V

### PHYSIOLOGIE DE L'OREILLE MOYENNE

Comment s'effectue dans l'oreille moyenne la transmission des ondes sonores qui ont été collectées par le pavillon, et canalisées par le conduit auditif ? L'existence de deux fenêtres labyrinthiques, l'une libre, l'autre reliée à la chaîne des osselets et, par l'intermédiaire de celle-ci, à la membrane du tympan permet d'émettre trois hypothèses.

1<sup>o</sup> Ou bien le son emprunte la voie de la membrane du tympan, chaîne des osselets, fenêtre ovale : c'est la théorie de la transmission ossiculaire, la première en date, la théorie classique ;

2<sup>o</sup> Ou bien il se transmet à la fenêtre ronde par l'air de la caisse du tympan ; c'est la transmission aérienne ;

3<sup>o</sup> Ou bien il emprunte simultanément l'une ou l'autre voie et c'est la transmission mixte.

A ces hypothèses vient s'en ajouter une autre :

4<sup>o</sup> Qui considère le promontoire comme voie de passage des sons de l'oreille moyenne à l'oreille interne.

#### I. — *Transmission par voie ossiculaire*

Il semble que ce soit à WEBER et à SAVART que nous devions les premières recherches sérieuses sur la physiologie de l'oreille moyenne. Dans un mémoire intitulé « *les usages de la membrane du tympan de l'oreille externe* » et publié en 1824, le physicien français donne de la transmission des ondes sonores dans la caisse du tympan l'explication suivante : Le muscle du marteau, par la tension qu'il exerce sur le manche de cet osselet à l'état de repos,

donne à la membrane du tympan sa forme légèrement concave et lui imprime une tension modérée. La membrane entre en vibration sous l'influence d'un son quelconque, mais, à partir d'un certain degré de tension, elle vibre d'autant plus difficilement que la tension est plus grande. Les vibrations qu'elle reçoit, elle les communique au manche du marteau, qui les transmet à la fenêtre ovale par l'intermédiaire des différentes pièces de la chaîne des osselets. Donc pour SAVART « le marteau remplit deux fonctions distinctes : « l'une de modifier au moyen de ses muscles la tension de la membrane, « afin de préserver l'organe des impressions trop fortes et de le disposer « convenablement pour recevoir les impressions trop faibles ; et l'autre, de « partager les mouvements de la membrane et de les communiquer à « d'autres parties ». Ces conclusions, contestées par MUNCKE et par FECHNER, furent confirmées par MULLER à la suite de nouvelles expériences. SAVART, dans son mémoire, se pose, sans pouvoir la résoudre, la question suivante : A quoi servent la caisse du tympan et la membrane du tambour ? Pourquoi l'impression ne se fait-elle pas directement sur les membranes qui ferment les ouvertures du labyrinthe (fenêtre ovale et fenêtre ronde) ? « Or une trentaine d'années plus tard Helmholtz publie sa fameuse théorie physiologique de la musique, dans laquelle il adopte, dans leur ensemble les idées du physicien français sur le rôle de la membrane du tympan et de la chaîne des osselets et répond à la question posée par celui-ci de la façon suivante : « L'ensemble des appareils de l'oreille moyenne a pour objet, au point de « vue mécanique, de transmettre le mouvement vibratoire de la surface relati- « tivement étendue du tympan, par le moyen des osselets, à la surface relati- « tivement beaucoup moins de la fenêtre ovale ou de la base de l'étrier (15 à « 20 fois moindre). Le problème mécanique résolu par les appareils des cavités « tympaniques consiste donc à transformer un mouvement de grande ampli- « tude et de petite force (tympan) en un autre de plus faible amplitude et « de plus grande force, qu'il s'agit de communiquer au liquide du labyrinthe. « C'est un problème analogue à celui du levier, de la poulie ou de lagrue ; « mais le procédé de l'appareil auditif est tout à fait différent. L'action de « levier existe ici mais dans une faible mesure. L'extrémité du manche du « marteau sur laquelle s'exerce la traction du tympan est environ 1 fois 1/2 « plus éloigné de l'axe de rotation que l'extrémité de l'enclume qui pèse sur « l'étrier. Le manche du marteau forme donc le grand bras du levier et la « pression sur l'étrier est 1 fois 1/2 plus grande que la force qui agit sur « l'extrémité du marteau ».

HELMHOLTZ a réussi au moyen de leviers amplificateurs à mesurer la course de la platine de l'étrier que mouvaient soit la raréfaction de l'air du conduit, soit sa condensation, et il a trouvé une moyenne de 1/10<sup>e</sup> de millimètre. Mais les nombreuses expériences que Marage fit beaucoup plus tard l'ont amené à penser que ce chiffre indiqué par HEMHOLTZ était beaucoup trop élevé ; pour lui ces déplacements seraient seulement de l'ordre du millième de millimètre.

Quant à la fenêtre ronde, d'après cette théorie, elle ne sert nullement au

transport des ondes sonores, mais il ne faut voir en elle que la voie d'écoulement en dehors, la voie de retour des ondes sonores qui ont traversé le labyrinthe. Soutiennent cette théorie : en Allemagne : HELMHOLTZ, EWALD, EDELMANN, von EICKEN, REINKING, HESSLI, DENKER ; en Amérique SCHAMBAUGH ; en Angleterre WHRIGSTON KETT, GRAY, WILKINSON ; en Italie, DECIGNA ; en Belgique CHEVAL ; en France BONNIER, MARAGE, GELLÉ, MULLER. Mais il est important de remarquer que les partisans de la transmission ossiculaire se rangent en deux camps. Si la plus grande partie d'entre eux se rallient à l'opinion d'Helmholtz et voient une transmission par oscillation du tympan et de la chaîne des osselets, il en est un certain nombre, GELLÉ et MULLER notamment, qui pensent que la transmission se fait par ébranlement moléculaire des milieux traversés.

Nous reprendrons plus loin la discussion de cette théorie.

### **II. — Transmission par voie aérienne**

Cette conception, fort récente puisqu'elle ne figure encore dans aucun traité classique, dénie à la chaîne des osselets toute propriété de transmission sonore, fait pénétrer les ondes dans le labyrinthe par l'intermédiaire de l'air de la caisse et de la fenêtre ronde. Elle a trouvé, au cours de ces dernières années, un défenseur acharné dans la personne du Dr BONAIN.

### **III. — Théorie mixte**

Cette théorie groupe un grand nombre d'adeptes au nombre desquels il convient de citer : BEYER, SCHMIEDEKAN, BOENNINGHAUS, SCHAEFFER, SCHWENDT et dernièrement SPECHT. Ces auteurs admettent que l'une et l'autre voie servent à la conduction du son vers le labyrinthe ; mais ils définissent différemment la part qui revient en propre à chacune d'elles.

### **IV. — Transmission par voie osseuse**

ZIMMERMANN (1902) a émis la théorie suivante : « Ni la membrane tympanique, ni la chaîne des osselets n'ont rien à voir avec la conduction proprement dite du son ; quand la transmission du son s'effectue normalement, la partie médiane du tympan et la chaîne des osselets conservent une immobilité presque complète, et la membrane tympanique laisse seulement filtrer selon la disposition de ses molécules, les ondes aériennes partant du conduit auditif externe pour gagner l'oreille moyenne, où elles rencontrent la surface large du promontoire et se propagent à la capsule labyrinthique directement sus-jacente à son contenu.

GUILLEMIN en 1905 se déclare également partisan de la transmission osseuse du son. Sa théorie diffère de la précédente en ce sens qu'elle

attribue un rôle capital à la membrane du tympan, qui est considérée comme un transformateur parfait, destiné à transmettre les ondes aériennes au rocher, sans laisser passer aucune vibration par l'intérieur de la caisse du tympan.

### *Discussion des théories*

Il était logique que la première suggestion qui vint à l'esprit des physiologistes du siècle dernier fût celle de la transmission par les osselets. Il y a là en effet tout un ensemble, membrane, osselets coudés, articulations, qui semble tout spécialement apte à transporter les vibrations sonores transmises par l'air et il n'est pas douteux que le manche du marteau reçoive les impulsions mécaniques de la membrane du tympan dans laquelle il est inclus. Mais peut être cette conception est-elle plus spéculative que réelle : Le levier coudé articulé, que forment le marteau et l'enclume, est certes très délicatement suspendu dans la caisse, mais cela ne l'empêche pas d'offrir aux ondes qui viennent le frapper une résistance assez considérable. Membrane et osselets ont en effet un poids de 12 à 16 centigrammes et il faut se demander si les ondes très faibles que nous percevons sont capables de mettre en mouvement un appareil aussi lourd. D'autre part quand HELMHOLTZ dit que ce levier ossiculaire transforme un mouvement de grande amplitude et de petite force en un autre mouvement de petite amplitude et de plus grande force, il ne fait aucune allusion aux frottements internes et aux pertes par inertie qui ne peuvent manquer de se produire en tous points de l'appareil et en particulier au niveau des articulations. Il nous semble donc que ce système de levier ne joue pas, dans la transmission des sons le rôle prépondérant qui lui a été primitivement accordé. D'autre part, nous l'avons dit, plus haut, GELLÉ et MULLER soutiennent la théorie ossiculaire tout en niant cette action de levier ; mais, partisans de la classification fâcheuse des vibrations, contre laquelle nous nous sommes déjà élevés, ils admettent la transmission du son par ébranlement moléculaire des osselets traversés. Ces auteurs ont-ils voulu dire par là que la vibration continuait à se propager dans les osselets par « déplacements successifs des masses moléculaires qui les constituent » ce qui est possible et ce que nous admettons ? Mais alors encore une fois pourquoi avoir recours à cette distinction des vibrations en molaires et moléculaires ?

Ce que nous avons dit plus haut dans notre chapitre de physique, de l'air, s'applique également aux solides ; dans les uns comme dans les autres que la vibration, soit massive ou partielle, c'est toujours une vibration, toujours le même phénomène et dans l'un et l'autre cas les molécules étant forcément intéressées jamais aucun physicien n'a établi semblable distinction ; quoiqu'il en soit la transmission par la chaîne des osselets, parce qu'elle apparaît de prime abord comme évidente, fut pendant longtemps considérée comme unique, et la fenêtre ronde ne fut, dans l'esprit de beaucoup, qu'une

voie d'échappement des ondes ayant accompli leur trajet labyrinthique. Quelques physiologistes du siècle dernier firent certes remarquer qu'il était bien étonnant qu'aucun son ne pénétrât par cet orifice de l'oreille interne ; mais arrêtés par un certain nombre d'objections, ils eurent l'impression que ce mode de transmission prenait une part trop minime dans l'audition pour modifier en quoique ce soit ce qui avait été dit de la physiologie de l'oreille moyenne. Aussi celle-ci est-elle restée « figée dans la conception d'HELMHOLTZ » demeurée inattaquable jusqu'à ces dernières années. Toutes récentes sont donc les théories qui font de la transmission aérienne, les unes la voie unique, les autres la voie principale de la transmission du son, et peu connus encore sont les arguments qu'apportent à l'appui de leurs dires, leurs partisans. *L'expérience de MÜLLER* fut considérée par beaucoup comme une objection à cette théorie :

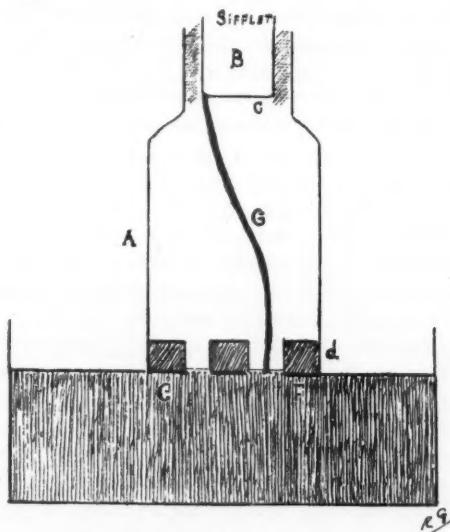


FIG. 7. — Expérience de Müller.

Un cylindre de verre est fermée à sa partie supérieure rétrécie en col par un tube B qui figure le conduit auditif externe et est obturé par une membrane C (membrane du tympan). L'autre ouverture du cylindre est fermée par une plaque de liège D percée de deux trous par lesquels passent deux tubes obturés par des membranes E et F. Une petite tige de bois G représentant la chaîne des osselets va de la membrane du tympan « C » à la membrane F (fenêtre ovale). E représente la fenêtre ronde ; la partie inférieure du cylindre plonge dans l'eau et on produit un son dans le tube B auquel est adapté un sifflet de laiton. Le son se transmet jusque dans l'eau et

en plaçant dans cette eau alternativement près de E et près de F un tube otoscopique qui se rend à l'oreille de l'expérimentateur, l'autre oreille étant bouchée, il est facile de juger de l'intensité des sons qui arrivent en E et en F : Les sons qui arrivent par l'air du sifflet à la membrane E ont beaucoup moins d'intensité que ceux qui parviennent à la membrane F et Muller d'ajouter comme conclusion :

*« Les vibrations qui passent de l'air à une membrane tendue, de celle-ci à « des parties solides limitées libres, et de celles-ci à l'eau se communiquent avec « beaucoup plus d'intensités aux liquides que des vibrations qui passent de l'air à une membrane puis à l'air, puis à une membrane, puis enfin à l'eau ».*

Cette expérience a ceci de commun avec la plupart des expériences que nous aurons à vérifier dans la suite, que, schématisant trop grossièrement les phénomènes qu'elle veut analyser, elle les déforme. La caisse du tympan est une cavité très irrégulière qui ne saurait être comparée au cylindre de verre de Muller, et la membrane du tympan n'est pas placée, comme dans l'expérience, à une équidistance aussi symétrique des deux fenêtres labyrinthiques. La tige de bois qui traverse ce cylindre est un conducteur sonore bien différent et autrement parfait que ne l'est la chaîne des osselets. Que Muller se fut borné à conclure de son expérience que le son arrivait au liquide par l'une et l'autre fenêtre eut été parfait, mais qu'il parle de différence d'intensité entre les sons transmis ceci avoisine l'erreur d'interprétation. Il n'est pas douteux que si la tige employée avait été, non pas de bois mais d'un métal quelconque, les sons perçus au niveau de cette fenêtre auraient été plus violents encore. L'appareil ossiculaire, avec ses osselets, leurs ligaments, leurs articulations, par la complexité de sa forme et par son défaut total d'homogénéité échappe à toutes les expériences de ce genre. Et c'est sur de semblables constatations que les partisans de la transmission aérienne ont édifié une grande partie de leurs arguments. Dans sa très intéressante théorie de l'audition Bonain dit en effet : « Peut-on considérer « comme un bon conducteur d'ondes vibratoires une chaîne composée d'osse- « lets; de forme et de volume si différents, unis entre eux par des articulations « pourvues de synoviales<sup>(1)</sup>, de ligaments et de muscles ? Évidemment non ». Et ailleurs : « La transmission classique par le tympan, la chaîne des osselets... « est certainement celle offrant le trajet le plus long et le plus résistant qui « puisse par voie aéro-tympanique mener ces ondes du conduit auditif à « l'organe de Corti ». Mais à ces différents arguments en faveur de la transmission aérienne vient s'en ajouter un autre, et celui-là est fatal à la théorie ossiculaire considérée comme voie unique, c'est la persistance de l'audition sans membrane du tympan et sans osselets. L'audition est certes assez notablement diminuée dans ces conditions, surtout lorsqu'il existe d'autres sequelles de l'affection chronique de l'oreille qui a provoqué cette disparition des osselets, mais elle n'en existe pas moins cependant encore. La constatation de ces faits ne peut qu'obliger même les plus sceptiques à se rallier

(1) L'existence de synoviales est très discutée (voir chapitre III).

à la théorie de la transmission aérienne, et lui concéder une part importante (et non négligeable comme le faisait les anciens auteurs) dans la conduction du son. Pour ne citer qu'un exemple prenons le cas cité par SWENDT : Ce chirurgien lors d'une opération radicale enleva par erreur tout l'étrier sans ouvrir toutefois la fenêtre ovale qu'une membrane mince d'origine inflammatoire sans doute fermait encore. Après cette intervention l'examen de l'audition chez ce malade donna les résultats suivants :

Voix chuchotée .....	6 mètres.
Voix haute .....	10 mètres.
Limite supérieure des sons .....	normale.
Limite inférieure des sons .....	sol.
Schwabach .....	prolongé.
Rinne .....	négatif.

Cet argument tiré de la clinique et difficilement réfutable est grave de conséquences, puisqu'il implique une révision complète de la physiologie de l'oreille interne. Mais quand l'étrier n'a pas été supprimé les résultats sont les mêmes. « Lors de l'absence totale de la membrane du tympan et la perte, « de toute la chaîne des osselets sauf de l'étrier il est à mon avis, dit SPECHT « illogique d'attribuer à l'étrier; c'est-à-dire à une membrane absolument « inaccessible, encore un certain travail ; tandis qu'on refuserait toute action « à la fenêtre ronde malgré sa membrane extrêmement bien appropriée ».

Aux auteurs qui ont mis dernièrement ces faits en lumière revient le mérite, quelque soit le détail de la théorie aérienne qu'ils avancent, d'avoir fait progresser la question de la physiologie de l'audition.

Ainsi donc aucune de ces deux théories, ossiculaire et aérienne, n'apporte des objections permettant de rejeter d'emblée soit l'une, soit l'autre. Toutes deux contiennent une part de vérité. L'ensemble de ces faits reconnus exacts a été groupés par un grand nombre d'auteurs qui en ont fait une théorie mixte. Mais dire que le son arrive à l'oreille interne par les 2 fenêtres, cela ne suffit pas. Il faut déterminer la part que chacune d'elles prend à cette transmission. De nombreuses expériences ont été réalisées dans ce but.

SECCHI amenait directement le son à l'aide de tubes très fins au niveau de la fenêtre ovale ou de la fenêtre ronde (le tympan étant entièrement supprimé). Il constata que l'audition était meilleure au niveau de la fenêtre ronde.

BEZOLD fixait dans le labyrinthe un petit tube manométrique qui devait indiquer quelle était la force la plus agissante sur le liquide lors de l'action d'une seule, puis des 2 fenêtres. On mesurait toujours la pression maxima c'est-à-dire la somme de pression positive et négative à l'aide d'une graduation appropriée. Il trouva que la force qui agissait sur la fenêtre ronde était de beaucoup la plus importante ; mais il donna de l'ensemble des résultats une mauvaise interprétation. Or ici la clinique nous apporte de précieux enseignements. Tout d'abord chez les malades, qu'une otite chronique a

privés de leur tympan et de leurs osselets, on constate couramment que l'audition des sons aigus (dans les examens pratiqués pour l'application d'un tympan artificiel) reste bonne et que la surdité porte principalement sur les sons graves et en particulier les sons de la conversation. BEYER estime que la chaîne des osselets ne doit être considérée que pour l'octave la plus grave. SCHÄFFER lui accorde une plus large part dans l'audition : d'après lui cet appareil entrerait en jeu pour renforcer les différents sons, mais son action serait de plus en plus efficace au fur et à mesure que l'on descend dans l'échelle des sons, pour devenir absolue dans les octaves les plus basses.

SCHMIEDEKAN considère que la dernière limite d'action de 3 osselets est atteinte à 450 vibrations.

Deux objections restent à faire à cette théorie. 1<sup>o</sup> Si les sons se transmettaient ainsi, en partie par voie ossiculaire, en partie par voie aérienne, étant donné la vitesse différente de propagation des ondes dans ces deux milieux, le labyrinthe recevrait des courants inégaux de vitesse et d'intensité, ce qui ne manquerait pas de provoquer une perception cacophonique. Certes la vitesse de propagation du son étant plus grande dans les solides que dans l'air, théoriquement le son devrait arriver plus vite à la fenêtre ovale qu'à la fenêtre ronde. Mais pratiquement en est-il ainsi ? La distance à parcourir est certainement trop faible pour qu'il puisse y avoir des différences d'arrivée appréciables, mais de plus si la voie ossiculaire en paraît être la plus rapide elle est aussi la plus longue, et ceci compense peut-être cela.

2<sup>o</sup> Mais en admettant encore que les sons arrivent en même temps au limaçon par les fenêtres rondes et ovales comment va se faire la réception dans ces conditions ? Comment va pouvoir osciller le liquide incompressible ? et puis l'organe de Corti ne présente nullement une disposition symétrique par rapport aux deux rampes et il ne saurait être indifférent qu'il fût attaqué par l'une ou par l'autre. Nous reprendrons ce dernier argument au chapitre de l'oreille interne.

Quant à la théorie de ZIMMERMANN, qui préfère l'accès du labyrinthe par le promontoire plutôt que par les fenêtres, nous ne la comprenons pas. Certes il est possible et même probable qu'un certain nombre d'ondes venues directement frapper cette paroi osseuse pénètrent de la sorte dans le limaçon, mais elles doivent être en infime minorité, la plus grande partie d'entre elles ayant subi la réflexion. En présence de cette théorie nous ne pouvons nous défendre de penser (quoique la comparaison soit bien vulgaire) à l'individu qui désirant pénétrer dans une maison munie de portes, préférerait enfoncez le mur.

D'autre part, des différentes objections faites à l'hypothèse de GUILLEMIN, l'une surtout est à retenir et nous la partageons entièrement : « On s'explique difficilement la sérénité de l'air tympanique, séparé de l'atmosphère vibrante du conduit par cette membrane qui n'est même pas tendue ; comment fait-il pour ne pas vibrer ? Et ce tympan non tendu, quel pauvre intermédiaire ! »

diaire fera-t-il entre l'air vibrant du conduit et son cadre rigide ? Une touffe « de poils eût bien mieux fait l'affaire ».

### Conclusion

L'étude des différentes théories du mécanisme de l'oreille moyenne et la valeur respective des éléments qui les constituent, nous amènent aux conclusions suivantes : L'oreille moyenne, en tant qu'appareil de transmission des sons doit être essentiellement considérée comme un appareil physique et les phénomènes dont il est le siège sont les suivants : Des trains d'ondes (succession d'ondes condensées et dilatées alternant régulièrement) aériennes, par conséquent longitudinales, pénètrent soit directement, soit après réflexion, dans le conduit auditif externe. Elles y rencontrent le tympan ; or cette membrane conique, modérément tendue, subissant, grâce à l'appareil tubaire, une pression égale sur des deux faces, ne peut faire autrement que de réagir aux impulsions que lui communiquent ces condensations et dilatations alternantes : le tympan vibre donc et en cela il se conforme à la loi générale qui s'applique à toutes les membranes ; mais étant donné les connexions intimes et étendues, qui unissent le marteau au tympan, il est à notre avis, d'une part, indéniable que celui-ci sera intéressé par la vibration de la membrane et avec lui toute la chaîne des osselets ; et il est non moins certain, d'autre part, que l'air de la caisse sera également impressionné par les vibrations ; ces vibrations aériennes se propagent alors dans la cavité de l'oreille moyenne ; mais elles ne tardent pas à se heurter soit à une membrane nouvelle, soit à une paroi osseuse. Contre cette dernière, fort peu élastique, la plupart d'entre elles se réfléchissent ; elles interfèrent avec les ondes d'arrivée et donneront naissance dans la caisse à des ondes stationnaires. Si quelques ondes passent selon la suggestion de ZIMMERMANN c'est que cet obstacle n'est pas immuable, mais ceci est l'exception. La membrane qu'est la fenêtre ronde se prêtera beaucoup moins à la mise en vibrations que celle du tympan, parce que derrière elle, se trouve du liquide. Or ce liquide a des voies d'échappement ailleurs et est ainsi partiellement compressible, ou bien il n'en a pas. S'il n'en a pas, la membrane de la fenêtre ronde n'est autre que la continuation du mur avoisinant : c'est un mur liquidien au lieu d'être un mur solide : voilà tout. Mais si ce liquide, subissant une compression en un point, peut ailleurs se dilater, il en va tout autrement. C'est l'expérience de MULLER qui nous revient à l'esprit et qui nous fait dire que cette membrane peut réagir aux condensations et dilatations subies et transmettre ainsi le son ; c'est précisément ce qui arrive : nous le verrons plus loin. Dans ces conditions nous sommes autorisés à dire, tout en nous conformant strictement aux enseignements de la physique, qu'il existe deux voies, aérienne et ossiculaire, utilisées pour le transport des vibrations sonores vers le labyrinthe.

### **Accomodation auditive dans l'oreille moyenne**

#### **A. — Accomodation à l'intensité**

Mais à côté du rôle absolument passif que joue la chaîne des osselets en transmettant ainsi les ondes, elle en a un deuxième, celui-là actif, d'ordre physiologique, et à notre avis bien autrement important : la régulation et l'adaptation de l'organe aux conditions variées de l'excitant sonore. Nous avons décrit, en anatomie, les muscles du marteau et de l'étrier, défini leur action respective. Ils mobilisent les osselets et dans ces mouvements actifs le jeu des articulations de la chaîne ne saurait être contesté.

SAVART, MULLER et WOLLASTON ont montré que la contraction du muscle du marteau a pour effet de tendre la membrane du tympan. Or on sait d'après les expériences (de SAVART et de MULLER en particulier) qu'une membrane vibre avec d'autant moins d'amplitude qu'elle est plus tendue. Appliquant ce fait au tympan, il doit en résulter que la tension de cette membrane diminuera l'intensité du son. L'expérience suivante a pour but de démontrer l'effet de cette tension : si l'on fait une forte expiration ou une forte inspiration, la bouche et les narines étant fermées de façon à pousser de l'air dans la cavité tympanique ou au contraire à aspirer cet air par l'intermédiaire de la trompe d'Eustache, on fait bomber ainsi le tympan, en dehors dans le premier cas, en dedans dans le second cas, et, par suite de ces modifications de tension, survient une surdité passagère. Le muscle du marteau doit obéir physiologiquement à une incitation réflexe. MULLER à ce propos s'exprime ainsi : « Si l'on admet qu'à l'occasion d'un son très intense le muscle du tympan entre en action par l'effet d'un mouvement réflexe, de même que le font l'iris et le muscle orbiculaire des paupières lors d'une impression de lumière très vive, attendu que l'irritation est transmise par les nerfs sensoriels au cerveau et de celui-ci aux nerfs moteurs, il devient évident que, quand un bruit intense frappe l'oreille, le muscle du tympan peut assurer dir l'ouïe par son mouvement réflexe ». GELLÉ a fait dans le même sens une longue série d'expériences. HENSEN dit avoir remarqué, chez des chiens ou des chats, dont il avait ouvert la cavité tympanique, que la contraction n'avait lieu qu'au début du son et cessait immédiatement, même si le son continuait. Sous l'action du muscle du marteau, en même temps que le tympan voit sa tension augmenter, l'étrier serait enfoncé dans la fenêtre ovale et le liquide labyrinthique subirait une compression. HELMHOLTZ, POLITZER et GELLÉ attribuent la surdité passagère qui se produit lors d'un bâillement, à la contraction synergique du tenseur du tympan.

Les opinions sont très partagées sur les effets de l'action du muscle de l'étrier. Suivant LUCAE, sous son influence, la tête de l'osselet pousse en dehors la longue apophyse de l'enclume et, par son intermédiaire, le marteau et la membrane du tympan, de sorte que le muscle de l'étrier serait l'antagoniste du muscle du marteau. D'après TOYNBÉE le muscle de l'étrier agit comme

un levier : il attire légèrement cet osselet hors de la fenêtre ovale et le rend plus mobile. HENLE pense qu'il sert plutôt à fixer l'étrier qu'à le faire mouvoir et qu'il n'entre en action que lorsqu'un mouvement trop étendu du marteau risquerait de se communiquer à l'étrier par l'intermédiaire de l'enclume. LANDOIS, qui partage cette manière de voir, compare sous ce rapport le muscle de l'étrier à l'orbiculaire des paupières, tous les deux ayant pour rôle d'assurer la protection d'un organe des sens. A l'appui de cette dernière hypothèse les auteurs signalent que l'un ou l'autre de ces muscles sont innervés par le facial et que dans certains cas une forte contraction des muscles de la face, en particulier de l'orbiculaire des paupières, s'accompagne de la perception d'un bruit entotique grave et qu'ils pensent être dû à la contraction associée de l'étrier. LUCAE, qui a observé ces faits, pense que le muscle de l'étrier sert à accommoder la membrane du tympan pour les sons les plus aigus. La physiologie de ces muscles est encore bien obscure, et les expériences manquent, qui pourraient nous faire adopter telle hypothèse et abandonner telle autre ; du reste il faut bien remarquer qu'aucun fait nouveau sur ce point particulier de l'audition, comme dans bien d'autres du reste, n'a été apporté depuis de longues années. Quel que soit le mécanisme intime de cette accommodation par la chaîne des osselets, ses articulations et ses muscles moteurs, celle-ci ne saurait être mise en doute. Il semble même que ce soit là le rôle le plus important de cette chaîne des osselets qui consiste en variations de tension de la membrane du tympan destinés à régler l'intensité des vibrations.

M. BONAIN trouve cependant « un peu simpliste » cette théorie qui ne saurait du reste s'appliquer à sa conception de la transmission du son dans l'oreille moyenne, pour laquelle, comme on le sait, la membrane du tympan ne fait que laisser passer les ondes ; il est absolument indifférent qu'elle soit tendue ou non et M. BONAIN comprend l'accommodation auditive de cette façon :

« Dans l'attention, sous l'action volontaire et plus ou moins consciente  
du muscle de l'étrier, la platine de cet osselet bascule en dehors et en arrière  
cessant toute compression sur la périlymphé vestibulaire. Ce mouvement  
de l'étrier, se communique à toute la chaîne des osselets et porte, en der-  
nier lieu, en dehors et en arrière le manche du marteau, et avec lui, le tym-  
pan dont il est solidaire. La tension de la membrane se trouve réduite au  
minimum et son segment postérieur, encore plus détendu, bombe légère-  
ment vers le conduit auditif.

« La membrane de la fenêtre ronde délivrée de toute pression de la péri-  
lymphé se laisse légèrement refouler par la pression de l'air endotympa-  
nique, et bombe en dedans vers le limaçon. La lentille gazeuse est prête,  
dans sa forme bi-convexe, à faire converger vers la rampe tympanique  
les ondes acoustiques de la plus faible intensité et de médiocre pénétration »

BONAIN voit donc dans l'oreille des convergences et des divergences d'ondes sonores semblables à celles qui sont réalisées par une lentille de SONDHAUSS. Mais la déformation qui se produit dans une lentille est due

au retard apporté à la marche par le nouveau milieu, où la vitesse de propagation est moindre. Or, ce n'est pas la légère tension endotympanique, que SECCHI a mise en évidence, qui peut suffire à modifier suffisamment la vitesse de propagation du son, pour amener une réfraction qui ferait de l'oreille moyenne une lenteille ; de plus, si l'on considère que les lentilles acoustiques se mesurent par mètres (ce qui ne saurait étonner étant donné les longueurs habituelles des ondes sonores) on est obligé de reconnaître que les membranes, fenêtre ronde et tympan, par leurs dimensions ne peuvent leur être comparées.

A côté de l'accommodation auditive à l'intensité BARD, en 1905 a émis l'hypothèse que l'oreille humaine avait la faculté d'accompagner à la distance au même titre que l'œil et a publié une théorie du mécanisme de cette accommodation.

Lorsque le bruit est lointain, le tympan subit sur ses quadrants supérieurs, antérieur et postérieur, des vibrations égales, qui se traduisent au niveau de la platine de l'étrier par des oscillations normales et régulières ; mais, si au contraire la source sonore est assez rapprochée de l'oreille, les deux quadrants de la membrane tympanique sont soumis à des pressions inégales et déterminent une traction du manche du marteau du côté de la plus forte pression. Ce déplacement se retrouve au niveau de l'étrier dont la platine subit une inclinaison qui modifie le sens de la poussée du liquide labyrinthique<sup>(1)</sup>.

Contre cette théorie, que BARD soutint encore lors du dernier congrès, se dressent des objections que lui-même n'a pas été sans remarquer. Il considère la membrane du tympan comme si elle était étalée à la surface du crâne sans conduit auditif et sans pavillon.

Nous avons trop insisté sur le rôle de l'oreille externe dans l'audition pour pouvoir considérer cet organe comme inexistant ou virtuel ; d'autre part la théorie de BARD ne peut s'appliquer aux sons d'origine latérale et dont les ondes sont normales au tympan. Or lorsque des ondes viennent frapper notre oreille dans de telles conditions nous en apprécions cependant la distance.

Pour résumer toute cette étude de l'oreille moyenne, nous pouvons affirmer que, contrairement à des théories longtemps admises, le son est transmis au labyrinth par l'oreille moyenne à la fois par voie ossiculaire et par voie aérienne et qu'il semble bien que cette dernière soit de beaucoup la plus importante. A côté de son rôle de transmission la chaîne des osselets joue un rôle important dans l'accommodation auditive. Mais, il faut bien le dire, tous ces phénomènes, nous les connaissons encore bien mal : tout en n'ignorant pas la difficulté technique des expériences, nous pensons que les physiologistes avec l'aide des physiciens (car n'oublions pas que l'oreille moyenne est avant un appareil de physique) ont encore beaucoup à

<sup>(1)</sup> BARD considère donc le muscle du marteau comme accommodateur à l'intensité (sphincter irien de l'œil) et le muscle de l'étrier comme accommodateur à la distance (muscle ciliaire de l'œil).

apprendre aux cliniciens, qui ont besoin de *bien connaître* le mécanisme intime de la transmission du son pour *bien traiter* ceux qui présentent des troubles de cette fonction.

## CHAPITRE VI

### PHYSIOLOGIE DE L'OREILLE INTERNE

Les nombreuses théories, qui se disputent l'interprétation de la physiologie de l'oreille interne, peuvent être divisées en deux grands groupes, à savoir :

1<sup>o</sup> Les théories qui admettent l'existence de résonateurs à l'intérieur du limaçon (type HELMHOLTZ).

2<sup>o</sup> Les théories qui considèrent cet appareil cochléaire comme un appareil enregistreur (type BONNIER). Comme nous l'avons fait pour l'oreille moyenne, après avoir exposé les différentes théories en présence, nous en ferons la discussion et enfin nous donnerons notre opinion sur la question.

#### I. — Théories des résonateurs

« Le principe en est dans le phénomène physique dit de la résonance. « un corps étant le siège des vibrations, celles-ci transmises par le milieu environnant, si elles rencontrent un corps susceptible de donner des vibrations de même période que le premier, l'entraînent dans leur mouvement et il vibre par influence ».

A ce groupe appartiennent les plus anciennes idées émises sur la physiologie de l'oreille interne, et aussi de toutes les théories énoncées jusqu'à ce jour celle qui a été la plus retentissante et la plus longtemps admise, à savoir la théorie d'HELMHOLTZ.

Mais auparavant quelques mots *d'historique* (1).

En 1683 DU VERNAY attribua la fonction de résonner à la lame osseuse spirale. Considérant alors le limaçon comme un tube plein d'air il s'exprimait ainsi : « Enfin, cette lame (lame spirale osseuse), n'est pas seulement capable de recevoir les tremblements de l'air, mais sa structure doit faire penser qu'elle peut répondre à tous leurs caractères différents, son état plus large au commencement de la première révolution qu'à l'extrémité de la dernière, où elle finit comme une pointe, les autres parties diminuant proportionnellement de largeur, on peut dire que les parties les plus larges pouvant être ébranlées sans que les autres le soient, ne sont capables que de fremmissements plus lents, qui répondent par conséquent aux tons graves ».

(1) On trouvera un historique très complet de la question dans le beau rapport du Dr BONAIN (*Congrès franç. d'O. R. L., 1928*). Nous nous bornerons donc ici à rappeler certains points sur lesquels nous croyons devoir insister.

L'esquisse de cette théorie ainsi brossée par DU VERNAY fut reprise en 1704 par VALSALVA et COTUGNO en 1761, qui en donna la formule complète.

Il développa alors la théorie de la résonance et expliqua la réponse de chacune des cordes à un ton déterminé, la possibilité de l'analyse d'un son complexe, l'extension de l'échelle tonale chez l'homme, la localisation des tons bas et des tons aigus.

Cet auteur tenait compte également de l'amortissement des vibrations, qui serait facilité par le liquide dans lequel sont plongées les extrémités nerveuses labyrinthiques et distinguait les fonctions du vestibule et celles du limaçon. Avec le vestibule, pensait-il, nous percevons *les sons*, avec le limaçon nous percevons *les tons*. Mais les données fournies par COTUGNO sur le liquide labyrinthique et sur les aqueducs furent très mal accueillies par les anatomistes et sa théorie du limaçon, a peu d'exceptions près, ne recueillit que de l'indifférence et ne tarda pas à tomber dans l'oubli.

En 1767, LE CAT reprenait la même idée : « on voit clairement, disait-il, que la lame spirale du limaçon est faite pour être *trémoussée* par l'expulsion de l'air intérieur qui l'environne ».

CARUS (1828), attribuait encore aux parties rigides, aux sections limitées du cône cochléaire la propriété de vibrer.

Puis, les progrès de l'anatomie aidant, on attribua le rôle de la résonance non plus aux parties solides, mais aux parties molles ; et c'est ainsi que HASSE émit l'hypothèse que l'organe de Corti résonnait : cette opinion eut peu d'adeptes.

Et en 1862, 100 ans après Cotugno, HELMHOLTZ reprenait sous son propre nom la théorie de celui-ci complètement tombée dans l'oubli et faisait tout d'abord intervenir les piliers externes des arcs de Corti ; car ce n'est que plus tard qu'il attribua les phénomènes de résonance aux fibres de Nuel.

Aussi GRADENIGO a-t-il raison de dire que la théorie d'Helmholtz devrait en réalité s'appeler la *théorie de Cotugno-Helmholtz*.

Du reste, sans enlever nul mérite au savant distingué qu'était Helmholtz, il est intéressant de signaler que c'était avant un physicien éminent, qu'il ne s'intéressait pas beaucoup à la physiologie de l'oreille, et que ce n'est qu'occasionnellement, qu'il a appliqué sa théorie des résonateurs à l'oreille.

*Théorie d'Helmholtz* (<sup>1</sup>) (1862) : « Lorsque, par l'accroissement de la pression de l'air, la membrane du tympan est poussée à l'intérieur des conduits auditifs, elle pousse à son tour les osselets en dedans, et la base de l'étrier, notamment, s'enfonce plus profondément dans la fenêtre ovale. Le liquide du labyrinth, entouré de parois osseuses résistantes, n'a qu'une issue pour céder à la pression de l'étrier, c'est la fenêtre ronde avec sa membrane flexible ; mais pour y arriver, le liquide doit couler par l'hélicotréma ou plutôt, car selon toute apparence, la rapidité des mouvements vibratoires ne lui en laisse pas le temps, pousser la cloison membraneuse du limaçon contre la rampe du tympan. L'inverse se produit pour une diminution de

(<sup>1</sup>) D'après la traduction de GUÉROULT, 1868.

la pression de l'air ; par conséquent, les vibrations sonores de l'air du conduit auditif externe finissent par se transmettre à la membrane du labyrinthe, c'est-à-dire à la membrane du limaçon et aux nerfs qui se trouvent répandus dans son épaisseur ».

HELMHOLTZ fait remarquer ensuite que « la membrane basilaire du limaçon se déchire très facilement dans la direction longitudinale, tandis que ses fibres radiales présentent une résistance assez grande. La conséquence en est, que dans sa position naturelle, cette membrane peut être fortement tendue, dans la direction perpendiculaire à l'axe, contre la cloison extérieure du limaçon, tandis qu'elle n'est que faiblement tendue dans le sens de sa longueur, et elle ne résisterait pas à une tension un peu forte dans ce sens ». Or, « comme la tension, dans le sens de la longueur, est infiniment petite par rapport à la tension dans le sens de la largeur, la membrane basilaire se comporte, à peu près, comme si ses fibres radiales étaient un système de cordes tendues, dont les attaches transversales ne serviraient qu'à soutenir la pression du liquide contre ses cordes. Les lois de leur mouvement seront alors les mêmes que si chaque corde était indépendante des autres, et obéissait, isolément, à l'action périodiquement variable du liquide du labyrinthe dans la rampe du vestibule. D'après cela, un son ferait vibrer par influence la portion de la membrane, ou le son propre des fibres radiales tendues et de leurs divers appendices se rapprocherait le plus du son exciteur ; de là les vibrations se communiqueront aux parties voisines de la membrane avec une intensité rapidement décroissante. Les limites, plus ou moins restreintes, entre les quelles la membrane vibrerait, d'une façon appréciable, dépendraient de la façon plus ou moins rapide dont les vibrations de la membrane seraient étouffées par les régions voisines, c'est-à-dire par le frottement dans le liquide du labyrinthe et sur les parties molles et gélatineuses du bulbe nerveux. D'après ce qui précède, il faudra chercher dans le voisinage de la fenêtre ronde les parties de la membrane qui vibrent à l'unisson des sons aigus, et dans le voisinage de la coupole du limaçon, les parties vibrant à l'unisson des sons graves. C'est ce que Hensen avait déjà conclu de ses mesures.

« Comment des cordes aussi courtes, peuvent elles vibrer sous l'influence des sons graves ? C'est ce qui peut s'expliquer par cette circonstance que ces cordes de la membrane basilaire sont fortement chargées par des appendices résistants de toute nature : Il faut faire entrer notamment en considération le liquide des deux rampes du limaçon, parce que la membrane ne peut guère se mouvoir s'il n'existe dans ce liquide une sorte de mouvement ondulatoire. »

Enfin Helmholtz n'attribue plus aux organes de Corti qu'un rôle accessoire dans le fonctionnement du limaçon et en dernière analyse, ils ne serviraient qu'à transmettre les vibrations reçues de la membrane basilaire aux organes terminaux de l'appareil nerveux.

2) *Théorie de Weinland (1894).* — Chaque fibre basilaire correspondrait

non seulement à un son unique, mais encore à ses harmoniques et à une série de même longueur d'onde.

3) *Théorie d'Ewald* (1899). — Cet auteur voit dans la membrane basilaire, non plus une harpe composée de fibres parallèles, mais un résonateur membraneux, qui, par son procédé propre, décompose les sons en une série d'images caractéristiques, que le cerveau, à qui elles sont transmises par le nerf auditif, devra reconstituer pour reconnaître le son.

4) *Théorie de Gray* (1905). — Elle se différencie de celle d'Helmholtz en ce que cet auteur fait intervenir, non plus les fibres séparément, mais pour chaque son, une région déterminée, plus ou moins étendue de la membrane dont la fibre basilaire la plus fortement stimulée correspond au son donné.

5) *Théorie de Schambaugh* (1909). — Les vibrations sonores qui parviennent à l'oreille interne par la chaîne des osselets sont transmises aux cellules auditives par la membrane de Corti. L'auteur admet que cette membrane vibre par zones limitées et que chacune de ces zones correspond à certaines tonalités.

6) *Théorie de Bonain* (1926). — Les ondes sonores, après avoir traversé la fenêtre ronde pénètrent dans la rampe tympanique, qui a pour but de diminuer leur diffusion et leur perte d'énergie et de les reporter à travers la membrane basilaire sur toute son étendue. Selon leur puissance de pénétration ces ondes franchissent une plus ou moins grande distance dans le limacon. Les unes s'arrêtent avec base tandis que d'autres montent jusqu'à la coupole ; dans leur ascension elles se réfléchissent un plus ou moins grand nombre de fois contre les parois osseuses et ostéofibromembranées de la rampe tympanique. Cette dernière paroi, elles ne la franchiront qu'à travers la membrane basilaire, et de façon réellement utile, que par une zone déterminée de cette membrane, leur offrant le minimum de résistance ; et c'est ainsi que les ondes s'inscriront à des niveaux différents sur la membrane basilaire.

La plupart des ondes meurent au cours de leur ascension dans la rampe tympanique ; mais, parmi les plus vigoureuses d'entre elles, il en est qui atteindront l'hélicotréma. Or BONAIN considère ce dernier, non pas comme un *canalis communis scalarum*, mais comme un véritable pas de vis (1) dans lequel les ondes acoustiques, utilisées ou non, termineraient leur carrière. Celles cependant qui franchiraient cette zone viendraient mourir dans la rampe vestibulaire.

Les ondes arriveraient par la zone lisse dans le tunnel de Corti, puis passerait entre les piliers de chaque côté ; en franchissant ces claires

(1) BONAIN écrit (*Annales d'O. R. L.*, 1926, p. 1120) : « L'hélicotréme n'est, d'après SAPPEY, ni un trou, ni un canal, mais un véritable pas de vis... » Or, si nous consultons le *Traité d'anatomie* de ce dernier, nous apprenons qu'il a proposé de donner à l'hélicotréma de BRESCHET, le nom plus simple d'*orifice de communication des deux rampes*, et il en fait la description suivante : « Sa figure, dit-il, n'est ni circulaire ni demi-circulaire ; elle ne peut être comparée qu'à un pas de vis qui répond par une de ses extrémités au sommet du noyau et, par l'autre, à la circonference de la coupole et dont le bord interne ou concave devient libre. » C'est donc un trou, un orifice, qu'il convient de voir dans l'hélicotréma.

voies latérales du tunnel, elles seraient dissociées en leurs éléments simples par diffraction, comme le seraient des ondes lumineuses traversant un réseau optique. Ainsi dissociées les ondes sonores gagneraient les cellules voisines, puis la membrane réticulée et enfin la membrane tectoriale, dont les divisions formeraient des résonnateurs membraneux destinés à vibrer au-dessus des cils auditifs qui sont à leur contact.

## II. — Théories des Enregistreurs

L'invention du phonographe, due au Français Ch. Cros (1877) et réalisée pratiquement par Edison (1878), devait faire naître dans l'esprit des physiologistes les théories suivantes de la réception du son dans l'oreille interne.

*Théorie de Bonnier (1984) (1).* — Sur une coupe du limaçon la rampe cochléaire est un tube à section triangulaire qui s'interpose entre la rampe vestibulaire et la rampe tympanique, de telle façon que ces deux dernières ne communiquent que par l'hélicotréma réunissant leurs sommets.

Si les membranes basilaires et de Reissner étaient rigides ou fortement tendues, comme il semble souvent qu'on l'admette, la poussée de la platine de l'étrier ne pourrait se communiquer à la fenêtre ronde que par cette petite ouverture. En fait, celle-ci ne semble guère exister que pour assurer l'égalité normale des tensions dans les deux rampes ; la transmission de la pression, et partant de la déformation, se fait d'une fenêtre à l'autre par le chemin le plus court, c'est-à-dire à la base des deux rampes vestibulaires et tympaniques, et à travers les membranes dépressibles de la rampe cochléaire. L'excitation naîtrait de cette déformation. Par quel mécanisme en naît-elle et par quels éléments se transmet-elle aux extrémités nerveuses ?

Les cellules dites auditives, celles qui prennent contact avec le nerf auditif, sont munies de cils dont quelques-uns très longs, qui, rendus coalescents, forment la membrane tectoriale, dite membrane de Corti. Ces cils, couchés, transversalement sur la papille vont, d'après AVIERS, prendre insertion jusque sur la bandelette sillonnée. Ils sont donc, par cette disposition très particulière, fixés à leurs deux extrémités. La déformation de la membrane basilaire, en abaissant avec elle la papille, et les cellules d'où partent ces cils, a pour effet d'écartier l'une de l'autre leurs deux insertions et de les tendre plus ou moins, en les faisant porter sur la crête de Huschké, comme sur un chevalet. Les cils en question sont ainsi tirailés dans la phase positive de déformation et relâchés dans sa phase négative.

Tout bruit, tout son quelconque, est ainsi produit par une vibration transversale de la papille cochléaire sollicitée par la variation alternative de pression qui se fait de la fenêtre ovale à la fenêtre ronde et réciproquement.

La grandeur de cette variation réglera l'intensité du son, sa forme détermi-

(1) Analyse de MORAT et DOYON (*Traité de Physiologie*, 1918).

minera le timbre, sa périodicité, ou fréquence dans la limite du temps, produira la hauteur ou tonalité.

2) *Théorie de Hurst* (1895). — La pression de la fenêtre ovale contre le liquide de la rampe vestibulaire repousse la membrane basilaire et lui communique une vibration sur place qui, par la poussée du flot liquide, se propage à toute sa longueur.

Arrivée à l'hélicotréma l'onde liquide passe à la rampe descendante du limacon et communique à la membrane de Reissner une ondulation descendante pareille à celle de la basilaire, mais inverse (1).

Les vibrations de la platine de l'étrier continuant, de nouvelles ondes partent sans cesse de la fenêtre ovale pour redescendre vers la fenêtre ronde. C'est à la rencontre de l'onde descendante avec l'onde ascendante suivante que se produirait l'excitation de la papille cochléaire par pression de la vibration contre l'organe de Corti.

Ainsi tandis qu'une onde n° 1 descend, l'onde n° 2 monte et selon l'intervalle de temps qui sépare ces deux ébranlements, cette rencontre se fait plus ou moins haut vers le sommet.

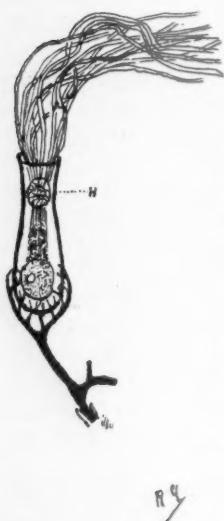
Les sons aigus seraient ainsi perçus vers le sommet et les sons graves vers la base.

3) *Théorie de Ter-Kuile* (1899). Comme Bonnier il admet un mouvement du liquide cochléaire, mouvement localisé à la base du limacon, là où la platine de l'étrier refoule la membrane de la fenêtre ovale, puis fait le mouvement inverse en établissant en ce point une vibration.

Ce mouvement transversal de la membrane se propage vers la fenêtre ronde à travers les membranes basilaire et de Reissner, qui sont animées de ce fait sur toute leur longueur, d'un mouvement ondulatoire, analogue à celui d'une corde agitée transversalement.

FIG. 9. — Cellules de Corti  
(d'après Bonnier).

H, Corpuscules de Hensen,  
en rapport avec les cils.



s'étend que jusqu'au moment où le retrait de l'étrier fait commencer la phase négative de la vibration et selon la durée de celle-ci la propagation longitudinale de l'onde aura une limite supérieure différente.

L'auteur, s'inscrit donc contre la résonance, mais garde la localisation qu'il comprend comme un champ plus ou moins étendu couvert par l'ébranlement exciteur à partir de la base du limacon.

(1) Cité d'après MORAT et DOYON (*Traité de Physiologie*, Paris, 1918).

Il y a, manifestement, une confusion dans les termes, la membrane basilaire correspondant à la rampe tympanique, et la membrane de REISSNER à la rampe vestibulaire. Nous croyons devoir faire observer que cela implique une contradiction dans l'interprétation du mécanisme de propagation des ondes sonores à l'organe de CORTI.

En somme, cette théorie est une théorie mixte, intermédiaire entre celle d'HELMOLTZ et celle de BONNIER.

4) *Théorie de De Cigna (1913).* — Pour cet auteur, les vibrations, qui ont atteint l'organe de Corti par l'intermédiaire de la rampe vestibulaire et de la membrane basilaire, agissent sur les cils auditifs qui impressionnent la membrane tectoria de la même façon que le saphir du phonographe impressionne le disque.

5) *Théorie de Cheval (1919).* — Elle est identique à la théorie de BONNIER à cette différence près que tandis que celui-ci admet le triage des sons par le cerveau, CHEVAL en confie le soin à la zone pectinée de la basilaire.

A ces différentes théories, qui s'inspirent directement de l'appareil enregistreur du son qu'est le phonographe, nous pouvons rapprocher celles de WHRITSON et KEIT de SPECHT, et de MYGINDE qui sont basées sur le principe de la télégraphie électrique et considèrent l'oreille interne comme un manipulateur Morse qui transmettraient des impressions à l'appareil récepteur qu'est le cerveau par l'intermédiaire du fil conducteur que constitue le nerf auditif.

6) *Théorie de Wrigtson et Keit (1919).* — Selon les oscillations de la membrane basilaire les cellules auditives ont, par l'intermédiaire de leurs cils, des contacts variables avec la membrane de CORTI. Ces contacts, sont les équivalents des traits et des points du système *Morse*. Si l'on admet alors que chaque onde comprend quatre phases, dont chacune détermine un contact différent, on peut imaginer qu'il existe un code Morse, dont la transcription sera l'œuvre de cerveau.

7) *Théorie de Specht (1925).* — Cet auteur considère que la fonction de l'oreille moyenne est de soumettre le labyrinthe à des augmentations et des diminutions de pression, contemporaines et proportionnelles aux vibrations sonores de l'air. Le labyrinthe subit avec ces modifications de pression le déplacement d'une infime quantité de liquide, d'une des fenêtres surchargees par l'impulsion sonore, vers l'autre fenêtre et par le plus court chemin. Il estime, du reste, ce mouvement liquide très peu accentué à la base du limaçon et nul au sommet. Aussi, pour lui, n'y a-t-il pas de mouvements ondulatoires de la membrane basilaire ni de la membrane tectoriale ; mais ces très légères variations de pression, en agissant sur les cellules de l'organe de Corti, provoqueraient des courants électriques infimes, qui influencerait les terminaisons nerveuses.

8) *Théorie de Mygind (1928).* — MYGINDE admet que l'apex est la partie principale du limaçon et, envisageant l'organe de CORTI, imagine, d'une part, que les cils des cellules auditives sont adhérents par capillarité à la membrane de Corti et, d'autre part, que celle-ci à la propriété, sous l'action des ondes sonores, de modifier sa forme (à la façon d'un muscle qui travaille) et de provoquer ainsi simultanément sur les cellules auditives, des pressions ou des tractions, selon quelles sont internes ou externes par rapport aux arcs de CORTI. Le tunnel de CORTI serait donc l'axe de ce système.

L'auteur admet alors, que sous l'influence des vibrations de la membrane

de Corti, si une cellule auditive subit une pression, par exemple, la cellule de DEITERS correspondante serait soumise à une traction et l'action combinée de ces deux forces aurait pour résultat de provoquer une compression accentuée de la cellule ciliaire et de déterminer à l'intérieur de celle-ci des phénomènes électriques qui déclenchaient l'irritation nerveuse. Le son atteindrait les éléments nerveux au niveau du limaçon ou ces « *conditions optima* » de pressions et de tractions se trouveraient réalisées. Chaque son irriterait donc « son endroit spécial » de la membrane de CORTI.

### *Discussion des théories*

#### I. — Les théories des résonnateurs

1) *Théorie d'Helmholtz.* — Cette théorie a trouvé son plus grand appui dans des expériences réalisées 10 ans avant sa parution par V. HENSEN sur les organes de l'ouïe des crustacés.

Les organes auditifs de ces animaux sont constitués par de petits sacs, moitié fermés, moitié ouverts à l'extérieur, contenant des otolithes qui nagent dans un liquide aqueux ; ces sacs sont surmontés de petits crins rigides, reliés par leurs extrémités aux otolithes, et ordonnés par ordre de longueur ; les crins les plus longs sont aussi les plus gros. Chez beaucoup d'entre eux, chez la Mysis, par exemple, on trouve sur diverses parties du corps des crins tout à fait analogues aux précédents et qui servent à l'audition. HENSEN a prouvé, en effet, que l'ouïe persiste, chez la Mysis, après l'extirpation des sacs des otolithes, l'animal ne conservant que les crins des autres parties du corps.

Au moyen d'un appareil reproduisant les dispositions du tympan et des osselets, HENSEN transmettait le son d'un cornet à piston, à l'eau d'une caisse où une Mysis était fixée, il observait au microscope les crins de la queue. Il reconnut ainsi que certains sons du cor faisaient vibrer certains crins par influence et d'autres sons mettaient d'autres crins en vibration.

Chaque crin était ébranlé par plusieurs sons ; dans chaque cas, les sons excitateurs efficaces appartenaient à une même série d'harmoniques, ce qui permit de déterminer le son propre de chacun de ces crins.

« Ces observations, dit HELMHOLTZ prouvent directement, pour les crustacés dont il s'agit, l'existence de phénomènes, tels que nous les avons « supposés dans le limaçon humain ; c'est d'autant plus important, que la « position cachée et la grande fragilité des organes considérés nous laissent « peu de chances d'arriver à prouver d'une manière aussi directe que les « éléments de l'oreille sont accordés chacun à des hauteurs différentes ». Or, MARAGE a repris les expériences de HENSEN avec le dispositif suivant :

Une membrane mince non tendue en caoutchouc transmettait par l'intermédiaire d'une colonne d'air de 0 m. 40 de longueur, les vibrations qu'elle recevait, à 1 cm<sup>3</sup> d'eau contenue dans une petite cuve où se trouvait

une Mysis. Or, dans ces conditions les sons des diapasons et ceux des voyelles naturelles émis avec une énergie capable d'impressionner par l'air extérieur une oreille placée à 125 m. de distance n'ont pas pu faire entrer en vibration les cils des Mysis.

Devant ces résultats dissemblables, il est donc impossible de faire état des travaux de HENSEN, de ses expériences, pour la défense de la théorie d'HELMHOLTZ.

Dans la première conception d'HELMHOLTZ, considérant les arcs de Corti comme résonateurs, on pouvait s'étonner, d'une part, que les arcs étaient en nombre insuffisant pour le nombre des sons audibles ; que, d'autre part, leurs dimensions extrêmes, variant de 1 à 12, pussent s'accorder à des vibrations, dont l'échelle va de 30 à plus de 30.000 dans le rapport de 1 à 1000. Mais quand il considéra comme résonateurs, non plus les arcs de Corti, mais les fibres radiales, il s'était convaincu que, le nombre de ces fibres (environ 18.000) suffisait pour que chaque sensations acoustique trouvât en l'une d'entre elles un résonateur spécifique. Si la première partie de l'objection devient ainsi dénuée de fondement, la deuxième n'en persiste pas moins.

L'explication fournie par HELMHOLTZ, sur la perception des sons graves est loin d'être satisfaisante.

SPECHT, dans une excellente revue critique sur la physiologie de l'audition, se demande également comment les fibres de la membrane basilaire, qui ont à peine 1/2 millimètres de longueur peuvent accomplir leur rôle de résonateurs. En effet, on ne peut obtenir des sons graves avec des cordes aussi petites et de plus les dimensions des résonateurs pour sons graves se mesurent par mètres.

Un diapason donne un son beaucoup plus grave dans l'eau que dans l'air. Tel diapason, par exemple, qui donne, dans l'air 400 vibrations à la seconde n'en donnera plus que 360 si nous le plongeons dans l'eau ; il ne résonnera donc dans ce liquide, que si on lui approche dans l'air un diapason exécutant 360 vibrations. Cet abaissement de la tonalité du diapason est dû à l'amortissement différent que subissent les vibrations selon la densité du milieu dans lesquelles elles se propagent, ou en d'autres termes : Le

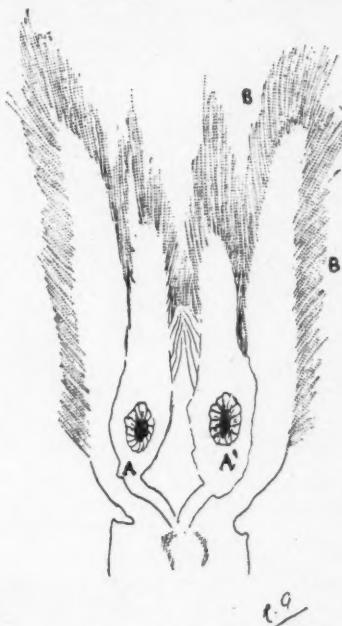


FIG. 9. — Queue de Mysis (grosse de 30 dé-cimètres).

A, A'. Ototyphle co-gris otolythe.  
B, G. Cils de différentes longueurs (Marage)

degré d'abaissement d'un son est proportionnel à l'amortissement des vibrations pour le milieu donné. Or pour supposer que les fibres si petites de la membrane basilaire, soient abaissées au point de résonner encore pour des sons de 20 vibrations il faudrait admettre qu'il leur serait opposée une résistance considérable ; mais alors il nous semble impossible que des fibres aussi tenues puissent vaincre semblable résistance. Et si, pour tourner la difficulté, on suppose que ce qui entoure la fibre vibrante avec elle, alors l'amortissement des vibrations est nié et en même temps est niée la possibilité d'abaissement de tonalité.

Dans un autre ordre d'idées, on s'est demandé si les cordes de NUEL pouvaient rester, pendant toute une existence parfaitement accordées, à tension rigoureusement constante et sans présenter la moindre défaillance (ANGLAS).

De plus tous ceux qui combattent l'opinion d'HELMHOLTZ font remarquer qu'il n'existe dans aucun autre domaine sensoriel d'appareil ayant un rôle aussi nettement spécialisé pour chaque degré de la sensation, que celui qu'on prête aux cordes de NUEL en les considérant comme des résonateurs spécifiques.

Si enfin a ces nombreuses objections faites à HELMHOLTZ nous ajoutons que l'existence de ces fibres radiales est très contestée par les histologues nous devrons avouer que dans ces conditions, il faudrait, selon l'expression de Specht « se faire violence » pour accepter cette théorie qui pendant de si longues années a eu « force de loi » (GELLÉ). Mais d'autre part cette conception est séduisante sur bien des points et comporte de telles satisfactions d'esprit qu'il en coûte de l'abandonner.

*Théorie de Weinland.* — Toutes les objections faites à la théorie d'HELMHOLTZ, dont elle n'est qu'une variante, lui sont applicables. BONNIER pense ironiquement que soutenir une telle théorie c'est assurément faire beaucoup d'honneur aux fibres de la basilaire.

*Théorie d'Ewald.* — L'auteur a, pour expliquer sa théorie, réalisé schématiquement une oreille interne de la façon suivante : une cuve de verre, représentant le limaçon, a été divisée en deux compartiments par une cloison, dont une partie en zinc figure la lame spirale osseuse tandis qu'une autre partie constituée par une plaque de caoutchouc figure la membrane basilaire. Cette membrane de caoutchouc, dont la longueur excède de beaucoup la largeur, a été huilée à sa surface pour en rendre les déformations plus apparentes. EWALD la soumet alors aux vibrations d'un diapason et constate la formation d'ondes stationnaires sur toute la longueur de la membrane. Il imagine que la membrane basilaire est le siège de figures sonores semblables à celles qu'il obtient par ce procédé.

De telles expériences exposent plus aux critiques qu'elles n'en mettent à l'abri : en effet, le limaçon humain ne saurait en rien être comparé à la reproduction grossière qu'en fit EWALD ; la différence considérable de taille qui existe entre ces deux appareils diminue déjà grandement la valeur de cette comparaison. La différence de forme lui est encore plus funeste, et comme le fait justement remarquer ADLER, EWALD a bien obtenu des

images avec son appareil parce qu'il était droit, mais aurait-il pu en obtenir s'il avait présenté la torsion accentuée du limaçon ? Enfin il faut se demander si les sons aigus, surtout s'ils nous arrivent nombreux, comme c'est le cas dans l'audition d'un concert, pourraient simultanément se reproduire par images sur la surface exiguë de la membrane basilaire pour être reconnus et interprétés.

STEFANINI, par des expériences analogues à celles d'EWALD a obtenu lui aussi pour certains sons des vibrations de la membrane, mais seulement dans certaines zones. Il voulait ainsi donner une démonstration de la théorie d'HELMHOLTZ. Mais d'une part l'idée d'image sonore est contraire au sens de la théorie d'HELMHOLTZ et d'autre part les expériences ne peuvent venir à l'appui de la théorie d'EWALD, qui a vu toute la membrane vibrer.

*Théorie de Gray.* — En intéressant toute une région à la vibration GRAY échappe à l'objection faite à HELMHOLTZ concernant l'amortissement, car à la rigueur on peut supposer que les voisines de la fibre qui vibre électivement déterminent cet amortissement. Mais il faut admettre que les différentes zones s'enchevêtrent les unes dans les autres, sans quoi leur nombre serait insuffisant pour la quantité de sons audibles. De plus chaque fibre peut subir quand sa voisine donne le son en vibrant fortement une vibration identique que lorsqu'elle même vibre électivement avec une amplitude moindre. Enfin il est difficile d'admettre que des fibres vibrent sans déterminer de son. Il faut accorder beaucoup de concessions à la théorie de GRAY pour la rendre viable.

*Théorie de Schambaugh.* — Ce qui caractérise cette théorie, c'est la transmission des vibrations aux cellules auditives, non plus par la basilaire, mais par la membrane de Corti. Mais il semble bien que cette cuticule que nous, médecins, désignons sous le nom de membrane de Corti, ne soit pas une membrane au sens physique du mot : La membrane théorique dit VIOILLE, est une lame solide, infiniment mince et parfaitement flexible soumise en tous sens à une tension assez forte pour rester sensiblement constante dans les petites déformations de la lame. Or contrairement à l'hypothèse de LÖVENBERG, qui faisait insérer la membrane de CORTI par son extrémité externe sur le bourrelet du ligament spiral, KOELLIKER, WALDEYER et COYNE, ont montré, et leur opinion est actuellement admise de tous, qu'à la limite des cellules de DEITERS, la tectoria se terminait par un bord libre flottant dans le liquide endolymphatique. La membrane de CORTI est mince, sans doute flexible, peut-être solide, mais elle n'est certainement pas soumise en tous sens à une tension relativement forte. Il ne nous semble donc pas quelle puisse vibrer dans ces conditions.

Elle ne saurait que participer aux oscillations des liquides.

*Théorie de Bonain.* — Cette théorie marquera certainement une étape dans l'étude de la physiologie de l'audition. Elle nous présente sous un jour nouveau la progression des ondes dans le limaçon. Mais l'auteur, qui n'envisage que la fenêtre ronde comme voie d'accès des ondes dans l'oreille interne, ne nous explique pas comment les vibrations qui ne manquent pas de par-

venir à la fenêtre ovale par l'intermédiaire de la chaîne des osselets, atteindront l'organe de CORTI par la rampe vestibulaire.

Les données anatomiques et histologiques concernant l'organe de CORTI, sur lesquelles s'appuie M. BONAIN, sont certes le résultat d'études très sérieuses de la part de quelques-uns, mais sont loin d'être adoptées par tous. La faute en est aux histologistes, qui semblent avoir délaissé depuis fort longtemps les recherches sur l'oreille interne. Au sujet de l'impression des éléments sensoriels, nous nous étonnons que les ondes franchissent la membrane basilaire sans la faire vibrer, glissent à travers les piliers et les cellules auditives sans les faire vibrer, traversent de même la membrane réticulée et, atteignant enfin la membrane tectoria, fassent entrer cette dernière seulement en vibrations ; et à ce sujet l'hypothèse de BONAIN est passible de l'objection formulée à propos de la théorie de SCHAMBAUGH. Mais les deux caractères essentiels de la conception de M. BONAIN sont les suivants.

L'auteur, s'il admet la théorie de la résonance, se sépare nettement de ses devanciers en s'inscrivant contre la spécifité des résonateurs de l'oreille interne. Cette conception est du reste tout à fait conforme aux enseignements de la physique ; si en effet les résonateurs d'H. ne peuvent pratiquement être influencés que par un seul son, une membrane mince ou une corde fine, dont les oscillations s'éteignent rapidement pourront vibrer sur l'influence de sons assez divers. En ce qui concerne la dissociation des sons complexes BONAIN nous en donne une description vraiment très originale et très séduisante.

Nous nous demandons cependant, jusqu'à quel point les expériences, citées par l'auteur, sont superposables aux phénomènes qui ont pour siège l'oreille interne et notamment si le réseau des arcs de CORTI peut être « à tout prendre » considéré comme un corps poreux. Quoiqu'il en soit la non spécialisation des résonateurs de l'oreille et la dispersion du son dans le labyrinthe sont deux idées nouvelles et précieuses dont BONAIN peut avec fierté revendiquer la paternité.

## *II<sup>e</sup> Groupe*

### **Théorie des Enregistreurs**

*Théorie de Bonnier.* — BONNIER est le premier auteur qui ait cherché ailleurs que dans les phénomènes de résonance l'explication du son dans l'oreille interne et avant toute discussion, il convient de lui en rendre hommage.

Nous dirons d'abord de la théorie de Bonnier qu'elle repose encore actuellement (et elle était écrite il y a plus de 30 ans) sur des données anatomiques qui restent à démontrer. L'hypothèse d'AYERS, qui considère la membrane de CORTI comme le résultat de l'agglutination des cils des cellules auditives

est encore discutable et s'il en était autrement, l'écartement de la membrane basilaire et des cellules auditives n'aurait plus pour effet le tiraillement des cils de celles-ci.

Il est à remarquer d'autre part que le chemin le plus court (c'est-à-dire la base des 2 rampes vestibulaire et tympanique), qu'emprunte la transmission de pression n'est peut être pas le meilleur, car, c'est à ce niveau que la lame spirale offrait son maximum de largeur : la membrane basilaire s'y trouve donc être le moins large. De plus la valeur de cette transmission dépend absolument du degré d'élasticité que l'on accorde à cette membrane basilaire et sur laquelle nous sommes encore très mal fixés : rien ne nous prouve que tout le phénomène se passe à la base du limaçon.

Enfin, cette théorie n'accorde aucune place à la transmission sonore qui pénètre par la fenêtre ronde et sur l'existence de laquelle, comme nous l'avons dit, le doute ne semble plus possible.

*Théorie de Hurst.* — Il est difficile d'admettre, avec cet auteur, que pour un son donné il n'y aura qu'un seul point de rencontre de sa vibration avec les vibrations suivantes et notamment en ce qui concerne les sons aigus ; on se demande alors à quel niveau, dans de telles conditions se produirait l'excitation cochléaire. D'autre part, l'onde descendante pourra rencontrer des ondes montantes appartenant à des trains d'ondes différentes et d'une périodicité toute différente de la sienne. Toutes ces raisons entraîneraient apparemment une véritable cacophonie. En outre il est à noter que, dans l'esprit de l'auteur, la progression du son se ferait à travers les deux rampes cochléaires, sous la forme d'ondes condensées et dilatées telles que nous les voyons dans la transmission des vibrations sonores en milieu élastique. Or, par définition, il ne saurait s'agir que de modification de pressions et non de trains d'ondes circulant successivement dans les rampes. De telles confusions naissent de l'idée que se font les différents auteurs relativement à la nature des modifications imprimées au liquide labyrinthique, par les sons, au sortir de l'oreille moyenne. Dans l'esprit des uns, il s'agit d'une propagation d'ondes vibratoires de nature essentiellement acoustique, pour d'autres, il s'agit de l'ébranlement des milieux labyrinthiques, qui consisteraient uniquement en des modifications de pression d'ordre purement mécanique. Nous retrouvons là un fait analogue à celui que nous avons discuté, à propos des vibrations moléculaires et molaires de l'appareil de transmission.

*Théorie de Ter-Kuile.* — Elle partage les objections faites déjà au sujet des deux hypothèses envisagées précédemment : elle a ceci de commun avec les théories de la résonance, et celle de Hurst, c'est qu'en accordant une localisation spécifique à chaque ton « *elle est marquée du sceau fatal de l'erreur physiologique initiale* (BONNIER).

*Théorie de Decigna.* — La membrane de CORTI n'est pas comme le disque d'un phonographe la partie sensible de l'appareil. Les cils reçoivent les impressions, mais ils ne les transmettent pas à la façon d'un saphir : cette

théorie établit un trait d'union entre celles qui précèdent et celles qui suivent.

*Théories de Whrigtson-Keit, Specht, Mygind.* — Ces trois récentes conceptions nous font envisager, à la suite de processus variables pour chacune d'elles (processus dont le mécanisme est quelquefois sujet à caution, du reste) la naissance de courants électriques comme le résultat final du cheminement de la vibration dans notre oreille. L'idée que nous apporte ces auteurs est très originale ; mais nous ne saurions apporter plus de preuves à l'appui que de démonstrations contradictoires à ces théories.

Peut-être, un jour connaîtrons-nous assez la physiologie de la cellule pour mettre ces courants électriques en évidence, mais en attendant ces théories ne sauraient être adoptées que sous les plus grandes réserves. Nous remarquerons cependant que l'intervention d'excitations électriques dans le phénomène de la réception sonore nous semble superflue. Les facteurs hydrodynamiques, moins théoriques, suffiraient à expliquer l'impression des éléments sensoriels.

### Conclusion

L'étude anatomique et physiologique du labyrinthe nous a amenés à cette conclusion que l'oreille interne, comme l'oreille moyenne, est le siège de deux ordres de phénomènes : les uns physiques, les autres physiologiques.

Les phénomènes physiques sont ceux qui se passent dans les rampes vestibulaires et tympaniques (compressions, dépressions, réflexions, etc...). Or, l'examen des théories parues jusqu'à ce jour nous a montré, par le désaccord qui règne à leur sujet entre les auteurs, que leur mécanisme nous échappait encore. Mais ce sont là des faits, l'expérimentation aidant, que nous pouvons connaître dans un jour très prochain. C'est vers eux que nous devons actuellement porter toute notre attention. Nous n'en dirons pas de même des phénomènes physiologiques purs qui ont pour siège l'organe de Corti. Ceux-ci, longtemps encore, dérouteront la perspicacité des chercheurs. Il n'y a rien en cela qui puisse nous étonner ; si nous comparons ces derniers avec les autres organes des sens (l'œil par exemple), nous verrons que l'appareil physique qui le constitue nous est parfaitement connu, tandis que les phénomènes physiologiques qui, en dernière analyse au niveau des cônes et des bâtonnets, *sont de la lumière, la sensation lumineuse* nous échappent encore complètement. Une erreur commune à la plupart des auteurs est d'avoir cherché d'abord la solution du problème physiologique et ce n'est que quand ils crurent l'avoir trouvée que secondairement ils adaptèrent une théorie physique à leur conception physiologique. Et Specht d'ailleurs fait cette très juste remarque *tous les auteurs conduisent le son jusqu'à la fenêtre ovale et le reprennent au niveau de l'organe de Corti.* BONAIN et lui ont essayé d'éviter cette embûche : c'est ce qui fait la valeur de leur étude. Il ne nous semble pas, et rien ne permet de le dire, que l'un ou l'autre soit arrivé au but cherché ; mais du moins, ils ont à notre avis

suivi la bonne voie pour l'atteindre. Et c'est pour cette raison que nous plaçons leurs théories au-dessus de toutes les autres.

Nos conclusions seront donc les suivantes :

Dans l'oreille externe le pavillon collecte les ondes sonores ; le conduit auditif les canalise vers la membrane tympanique. Le son s'y propage surtout par voie aérienne. L'action combinée des deux oreilles détermine la direction du son.

L'oreille moyenne ne transmet pas les ondes sonores au labyrinthe uniquement par la chaîne des osselets. De la discussion des différentes théories, de l'étude de la caisse du tympan envisagée comme un appareil de physique, il semble que la transmission aérienne, qui communique le son à l'oreille interne par l'intermédiaire de la fenêtre ronde, soit la plus importante, contrairement à l'opinion longtemps admise des anciens auteurs, qui considéraient cette voie comme nulle ou de peu d'importance. La chaîne des osselets joue un grand rôle dans l'accompagnement auditive ; mais certains détails dans son mécanisme nous échappent encore.

L'oreille interne reçoit les vibrations sonores à la fois par la fenêtre ovale et par la fenêtre ronde.

Des nombreuses théories émises depuis Helmholtz jusqu'à ce jour, aucune ne semble donner, des phénomènes qui se passent dans le limaçon, une description qui puisse être en tous points considérée comme exacte, parce que les unes ne sont pas en accord avec les lois de la physique, parce que les autres se basent sur des données histologiques ou biologiques qui ne sont pas encore nettement établies.

## CHAPITRE VII

### BIBLIOGRAPHIE

#### A) Audition

##### I. — Physique

1. ANGLAS. — Précis d'Acoustique (physique, musicale, physiologique) (Paris, Paulin, 1910).
2. BOUASSE. — Acoustique générale (Paris, 1926).
3. BROCA. — Précis de Physique médicale.
4. CHLADNI. — Die Akustik (Leipzig, 1802 et 1830).
5. GAVARRET. — Acoustique biologique (Paris, 1877).
6. GUILLEMIN. — Le son (Hachette, 1875).
7. V. HENSEN. — Les espèces d'impressions sonores (*Archiv. der ges. physiol.*, c. XIX, 249-294, 1907).
8. V. KREIDL et GASTSCHER. — Sur l'intervalle de temps des sons (*Archiv. f. die Ges. Physiol.*, cc. 3-4 (366-373, 1923).
9. Physiologische Akustische Untersuchungen (Ref. *Journal de Physiol.*, 1926).
10. KAYSER. — Über Akustische Erscheinungen in Flüssigen Medien (*Zeitschr. f. Hals., Nasen., Ohren heilkunde*, 37, p. 217).

11. LECAT. — Traité des sons en particulier, 1767.
12. LUCAE. — Über das Verhalten der Schalleitung durch die Luft Zur Leitung durch feste Körper (*Archiv. f. Ohren Nasen Kehlkopfk.*, 79, p. 246).
13. MARAGE. — Comment parlent les phonographes (*Cosmos*, 1898) (*Vie scientifique*).
14. MEYER. — Über das Intensitat der Einzeltoene zusammengesetz. Klange (*Archiv. F. D. Ges. Physiol.*, 81, p. 61).
15. OLLIVIER. — Cours de Physique générale (T. III).
16. VIOILLE. — Cours de Physique. (T. II, Paris, Masson, éditeur, 1888).
17. WEISS. — Précis de Physique biologique, 1905.
18. WUNDT. — Physique médicale, 1884.

## II. — Anatomie

19. BONNIER. — Sur la tension normale des liquides labyrinthique et céphalorachidien (*Société de Biol.*, 29 décembre 1894).
20. BRUHL. — Postmortale Veränderungen des Cortiorgan der Menschen. (*Verhandl. d. dtsc. Otol. Ges.*, 1913, p. 372).
- 20 bis. Ohrenheilkunde (München, 1923).
21. KARLEFORS. — Die Hornhauttraume usw. die aquaeductus cochleae bei Menschen (Suppl. IV *d'Acta otolar.*, 1924).
22. KOLMER. — Mikroskopische Anatomie des nervösen Apparates des Ohres (in 2 Alexander der usw.).
23. MARAGE. — Contribution à l'étude de l'organe de Corti (*Institut.*, octobre 1905).
24. SAPPEY. — Traité d'Anatomie humaine (1889).
25. SCHAMBAUGH. — Zur Anatomie das Schnecke in Beziehungen zur Lehre von der Tonempfindung (*Internat. Zentralbl. f. Ohrenheilk.* 6, p. 155).
26. Die Membran Tectoria und die Théorie der Tonempfindung (*Zeitschrift f. Hals Nasen u. Ohrenheilkunde* 59, p. 159).
27. VASTICAR. — Étude sur la tectoria (*Journal d'Anatomie et Physiologie*, 1909).
28. WITTMACK. — L'arcade de Cori et ses connexions avec l'épithélium sensoriel (*Archiv. intern. O. R. L.*, 1913).
29. Über die Beziehungen der Corti Membran zum Corti organ. (*Zeitschrift f. Hals Nasen u. Ohrenheilkunde* 7, p. 424).
30. ZANGE. — Über die schallempfindenden Endorgan im inneren Ohr. (*Méd. Klinik.*, 1924, n° 8).
31. TESTUT. — Traité d'Anatomie humaine (T. III).
32. POIRIER. — Anatomie humaine.

## III. — Physiologie

33. ADLER. — Eine Rhythmustheorie des Hörens (*Zeitschr. f. Hals-Nasen. u. Ohrenheilk.* 41, p. 143).
34. BARD. — Des diverses modalités des mouvements de la chaîne des osselets et de leur rôle dans l'audition (*Journal de Physiol.*, 1903, p. 665).
35. BARD. — De l'orientation auditive latérale (*Semaine Médicale*, 28 sept. 1904).
36. BARD. — De l'existence et du mécanisme de l'orientation auditive à distance (*Journ. de Physiol. et Pathol. générales*, 1904).
37. BARD. — De l'accommodation auditive, son but et ses diverses modalités (*Revue Médicale de la Suisse Romande*, 20 nov. 1904).
38. BARD. — L'orientation auditive angulaire (*Arch. gén. de Méd.*, 1905).
39. BARD. — Orientation et accommodation auditive (Réponse au Dr Bonnier) (*Archiv. intern. O. R. L.*, 1905, p. 159).
40. BARD. — Orientation et accommodation auditive ; Hémidesorientation centrale (*Archiv. intern. O. R. L.*, 1905, p. 837).
41. BARTH. — Über Täuschung des Gehörs usw (*Verhandl. d. dtsc. Otol. u. Kehlkopfheil.* 57, p. 32).
42. BECKMANN. — Zur Theorie des Hörens (*Verhandl. d. dtsc. Otol. Ges.*, 1898, p. 47).
43. BEYER. — Bedenken zur Helmholtzschen Schalleitungstheorie (*Verhandl. d. dtsc. Otol. Ges.*, 1911, p. 408).
44. Zur Schalleitungsfrage (*Pass. Beitr.* 6, p. 92).
45. BEZOLD. — Die Funktionsprüfung des Gehörorgans (Wiesbaden, 1897).

46. Eine analyse des Rinnischen Versuchs. (*Zeitschr. f. Hals Nasen. u. Ohrenheilk.* 37, p. 197).
47. Über die Funktionsprüfung des menschlichen Gehörgangs (3 vol., Wiesbaden, 1897-1903-1909).
48. Weitere Untersuchungen über Knochenleitung und Schalleitung apparatim Ohr. (*Zeitschr. f. Hals Nasen u. Ohrenheilk.* 48, p. 107 ; *Archives intern. d'O. R. L.*, 1905, p. 620).
49. BIEHL. — Schädigungen des Labyrinths durch Explosions Wirkung (*Archiv. f. Ohren Nasen u. Kehlkopf.* 107, p. 37).
50. BLAKE. — Untersuchung, über die Schalleitung im Gehörorgane im Gesunden und Kranken Zustände (*Archiv. f. Ohrenheilk.*, t. I).
51. BLAU. — Experimenteller Verschluss des runden Fensters (*Verhandl. des dtsch. Otol. Ges.*, 1905, p. 230).
52. BLEYL. — Die funktionelle Ermüdung des Gehörgangs (*Zeitschr. f. Hals-Nasen-u. Ohrenheilkund.* 108, p. 192).
53. BOCCI. — La théorie de l'audition la plus en rapport avec la morphologie complexe de l'organe de Corti (Ref. *Journal Physiologie*, 1913).
54. BOENNINGHAUS. — Über den jetzigen Stand der Helmholtzschen Rezonanztheorie (*Monaatschr. f. Ohrenheilk. u. Laryngo-Rhinol.*, 40 numéros, 3).
55. BONAIN. — Mouvements du tympan à l'état normal et leurs relations avec les échanges gazeux de l'oreille moyenne et des cavités nasopharygiennes (*Annales des maladies des oreilles*, 1925, p. 784-791).
56. Acoustique et audition (*Annales des maladies des oreilles*, t. XLV, n° 12, 1926).
57. Impression de ces éléments. Accommodation auditive (*Annales des maladies des oreilles*, t. XLV, n° 12, 1926). — Nouvelle théorie de l'audition ; pénétration des ondes acoustiques jusqu'aux éléments sensoriels.
58. BONAIN. — Comment les sons parviennent-ils à l'oreille interne (*Presse Méd.*, n° 75, 17 sept. 1924).
59. BONAIN. — Contribution à la physiologie de l'oreille ; du rôle des arcades de Corti dans l'audition (*Ann. des mal. de l'or.*, n° 5, 1928, p. 473).
60. BONAIN. — Une explication du résultat des épreuves auditives par les diapasons, et de la paracousie de Willis, dite surdité paradoxale (*Comptes rendus des Séances de la Soc. française*, octobre 1925).
61. BONAIN. — De la résonance acoustique dans le mécanisme de l'audition et de la dissociation des ondes sonores par diffraction à travers les réseaux latéraux du tunnel de Corti (*Arch. intern. O. R. L.*, n° 3, 1928).
62. BONAIN. — La physiologie de l'audition (*Rapport du Congrès de la Soc. française d'O. R. L.*, 1928).
63. BONNIER. — L'orientation auditive (*Bulletin scientifique du département du Nord*, 1884).
64. BONNIER. — L'orientation auditive (*Société de Biologie*, 6 avril 1894).
65. BONNIER. — Le sens auriculaire de l'espace (*Thèse Paris*, 14 mai 1890).
66. BONNIER. — Sur les fonctions tubotympaniques (*Société de Biol.*, 26 nov. 1892).
67. BONNIER. — Sur l'inertie des milieux auriculaires (*Société de Biol.*, 23 fév. 1895).
68. BONNIER. — Fonctions de la membrane de Corti (*Société de Biol.*, 23 fév. 1895).
69. BONNIER. — Le limacon membrané considéré comme appareil enregistreur (*Société de Biol.*, 25 fév. 1895).
70. BONNIER. — De la nature des phénomènes auditifs (*Bulletins scientif. du Nord et de la Belgique*, II mai 1895).
71. BONNIER. — Les dernières théories de l'audition (*Société d'Otologie de Paris*, avril 1896 ; *Archives de laryngol. et d'otologie de Paris*).
72. BONNIER. — L'oreille (*Physiol. et fonctions*, t. I ; *Physiologie, Physiogénie, Mécanisme*, t. II).
73. BONNIER. — L'audition (Masson, Paris).
74. BONNIER. — Accommodation auditive. Réponse à M. le prof. Bard (*Archiv. intern. O. R. L.*, 1905, p. 806).
75. BONNIER. — La théorie de Guillemain (*Arch. intern. O. R. L.*, 1905, p. 817).
76. BONNIER. — L'audition stéréacoustique (*Arch. intern. O. R. L.*, nov. 1896).
77. BONNIER. — Réponse au Professeur Guillemain (*Arch. intern. O. R. L.*, 1905, p. 524).
78. BRUNINGS. — Über die sog. Knochenleitung usw (*Verhandl. d. dtsch. Oto. Ges.*, 1910, p. 165).
79. Versuche über labyrinthische Interferenz (*Verhandl. d. dtsch. Oto. Ges.*, 1913, p. 437).
80. BRYANT. — Über die Klaviersaiten-Theorie der Basilar Membran. (*Archiv. of Otol.*, avril 1908).
81. Die Lehre von den schallempfindlichen Haarzellen (*Archiv. f. Ohren Nasen u. Kehlkopf.* 79, p. 93).
82. Die Schnecke und ihre verallgemeinerte Empfindlichkeit für Toneindrücke (*Archiv. f. Ohren Nasen u. Kehlkopf.* 76, p. 44).

83. RUCH A. H. — On the Mechanism of Hearing (*New-York Medical Journal*, 1874).

84. CHEVAL. — Physiologie de la VIII<sup>e</sup> paire (*Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, 1919).

85. CLAUS. — Über die physiologische Form des Weberschen Versuchs (*Pass. Beitr.* 2, p. 463).

86. CORRADI. — Über die Funktionnelle Wichtigkeit der Schnecke (*Archiv. f. Ohren. Nase. u. Kehlkopfheilk.* 32, p. 1).

87. CORRADI. — Zur Prüfung der Schallperzeption durch die Knochen. (*Archiv. f. Ohren Nasen u. Kehlkopfheilk.* 30, p. 175).

88. COTUGNO. — De aquae ductibus auris human. int. (Naples, 1760).

89. DÉMETRIADES. — Experimentelle Untersuchung über die Bedeutung des Vasomotor für Schädelzonanz und Kopfknochenleitung (*Archiv. f. Ohren Nasen u. Kehlkopfheilk.* 9, p. 296).

90. DE CIGNA. — Discussion sur la fonction acoustique et vues personnelles (*Archives intern. O. R. L.*, 1913, t. XXXIV, p. 779; *Archives intern. O. R. L.*, t. XXXV, p. 131; *Archives intern. O. R. L.*, 1913, t. XXV, p. 470; *Archives intern. O. R. L.*, 1913, t. XXXV, p. 798).

91. DENKER. — Das Gehörorgan usw der Papagien (Wiesbaden, 1907).

92. DENKER. — Zur Funktion der Schnecke usw (*Verhandl. d. dtsh. Otol. Ges.*, 1910, p. 70).

93. DENKER. — Welche Elemente des Gehörorgans können wir bei Erlernung der menschlichen Sprache entbehren? (*Verhandl. d. dtsh. Otol. Ges.*, 1905, p. 65).

94. DENNERT. — Zur physiologie der Schallauslösung im Gehörorgan (*Verhandl. d. dtsh. Otol. Ges.*, 1910, p. 41).

95. DENNERT. — Zur Frage der Schallübertragung im Gehörorgan (*Arch. f. Ohren Nasen u. Kehlkopfheilk.* 78, p. 197).

96. EICKEN, v. — Zur Frage der akustischen Schädigung des Ohrlabyrinths (*Verhandl. d. dtsh. Otol. Ges.*, 1911, p. 414).

97. EWALD. — Zur Physiologie des Labyrinths (*Pflügers Archiv. f. d. ges. Physiol.*, 76, p. 147).

98. EWALD. — Zur Physiologie des Labyrinths (*Pflügers Archiv. f. d. ges. Physiol.*, 93, p. 485).

99. EWALD. — Nouvelles recherches pour localiser dans l'oreille les points d'accès des ondes sonores correspondant aux différents sons (*Archives f. die gesante Physiol.*, 188, 199, 1910; *Refer. Journal de Physiol.*, 1910).

100. EWALD et IAEDERDOHM. — Tous les bruits, lorsqu'ils deviennent intermittents, produisent des sons intermittents (battements) (*Archiv. f. die ges. Physiol.*, 1906, 555-563).

101. EXNER. — Zur Lehre von den Gehörsempfindungen (*Pflügers Archiv. f. d. ges. Physiol.* 13, p. 228).

102. EXNER et POLLAK. — Beiträge zur Resonanztheorie der Tonempfindung (*Zeitschr. für Physiol. u. Psychol. d. Sinnesorg.* 32, p. 305).

103. FICK. — Betrachtungen über den Mechanismus des Paukenfalls (*Archiv. f. Ohren. Nasen u. Kehlkopfheilk.* 24, p. 167).

104. FRANK. — Die Leitung des Schalles im Ohr. (*Sitzungsber. d. bayr. Ak. d. Wiss.* 1923, p. 11-77).

105. FREY. — Die Ankylose des Hammer-Amboss-gebenkes (*Arch. intern. O. R. L.*, 1905, p. 611).

106. FREY. — Zur Mecanik der Gehörknöchelchenkette (*Verhandl. d. dtsh. Oto. Gesa.*, 1910, p. 113).

107. FRUTIGER. — Über die funktionnelle Bedeutung der Fenestra rotund. (*Zeitschr. f. Ohren. Nasen. u. Kehlkopfheilk.*, p. 247).

108. GELLE. — L'audition et ses organes (Alcan, Paris).

109. GELLE. — L'audition (*Dictionnaire de Physiologie de Charles Richet*, 1895).

110. GELLE. — De la conservation de l'audition malgré l'ankylose de l'étrier (*Archives de l'Internal. O. R. L.*, t. X, 1897).

111. GOEBEL. — Über die Hörtätigkeit des menschl. Vorhofs (*Vorhof. Archiv. f. Ohren. Nasen. u. Kehlkopfheilk.* 93).

112. GOEBEL. — Über die Tätigkeit des menschlichen Hörorgans (*Internat. Zentralbl. f. Ohrenheilkunde*, II, p. 51).

113. GOEBEL. — Existiert in der Hammerambos Synchondrose ein Sperrmechanismus (*Pass. Beitr.* 3, p. 385).

114. GARRAN et BALZAN. — Théorie physique de l'audition (*Thèse de concours*, Paris, 1878).

115. GLEY. — Traité élémentaire de Physiologie, t. II, Paris, 1910.

116. GOERKE. — Neue Arbeiten zur Rezonanzhypothese (*Internat. Zentralbl.*, 8, p. 105).

117. GRADENIGO. — Est-ce vraiment à Helmholtz qu'on doit attribuer la théorie de l'audition qui porte son nom? (*Archives ital. de Biol.*, LXIX, 33-47).

118. GRADENIGO. — La théorie sulla audizione Cotugno Helmholtz (*Gior. di Accad. di Med. de Torino*, 1917, 4 s., XXIII-217-219).

119. GRADENIGO. — Sur les fonctions du labyrinthe (*Archives ital. de Biol.*, 206-208-LXVIII).

120. GRADENIGO. — Sur la fonction du pavillon de l'oreille chez l'homme (*Archiv. intern. O. R. L.*, 1904, n° 4).

121. GRAY. — Les théories de l'audition (*Journ. of laryng., rhin. and otol.*, juin 1909).

122. GRAY. — A restatement of the resonance theory of hearing (*Acta Oto-laryng.*, 1927, p. 34).

123. GUILLEMIN. — Sur la théorie de l'audition. Réponse au Dr Bonnier. (*Arch. intern. O. R. L.*, 1905, p. 843).

124. GUILLEMIN. — Réponse au Dr Bonnier (*Arch. intern. O. R. L.*, 1905, p. 219).

125. HABERMANN. — Beiträge sur Lehre der professionellen Schwerhörigkeit (*Verhandl. de dtsch. Otol. Ges.*, 1905, p. 254).

126. HEINRICH. — Sur la fonction de la membrane du tympan (*Bulletin de l'Académie de Sciences de Cracare*, juillet 1903).

127. HELD. — Die Sinneshäre des Cortischen Organs und ihre Beziehung zur Membr. Tectoria (*Zeitschrift. f. Ohren. Nasen. Kehlkopfheilk.*, 9, p. 279).

128. HELMOLTZ. — Théorie physiologique de la musique (Traduction de G. Guérout, 1868).

129. HELMOLTZ. — Mécanisme des osselets de l'ouïe et de la membrane du tympan (Traduction de Rattel, Paris, 1886).

130. HENSEN. — Das Verhalten des Resonanzapparates im menschlichen Ohr. (*Ber. d. Berlin. Akad. d. Wiss.*, 24 juillet 1902). Ref. (*Archiv. f. Ohren. Nasen. und Kehlkopfheilk.*, 57, p. 146).

131. HERMANN. — Zur Physiologie des Ohrens (*Archiv. f. Ohren. Nasen. und Kehlkopfheilk.*, 57, p. 146).

132. HERMANN. — Zur Theorie der Kombinationstone (*Pugers Archiv. d. Ges. Physiol.*, 49, p. 499).

133. HESSLER. — Beiträge sur Physiol. des Ohres (*Archiv. f. Ohren. Nasen. u. Kehlkopfheilk.*, 18, p. 233).

134. HOESSLI. — Experimentell erzeugte Schwerhörigkeit (*Verhandl. d. dtsch. Oto. Ges.*, 1913 p. 28).

135. HURST. — A new theory of hearing (*Transact. L'pool Biol. Soc.*, vol. IX, décembre 1895).

136. JOSHII. — Experimentelle Untersuchung über die Schädigung des Gehörorgans durch Schall (*Zeitschrift. f. Hals. Nasen. u. Ohrenheilk.*, 58, p. 201).

137. KIMURA. — Beitrag sur experimentellen Schällschädigung (*Zeitsch. f. Hals. Nasen. u. Ohrenheilk.*, 8, p. 13).

138. KLEINSCHMIDT. — Über die Schalleitung zum Labyrinth durch die demselben vorgelagerte Luftkammer (*Zeitsch. f. Hals. Nasen. u. Ohrenheilk.*, 39, p. 200. Luftkammer).

139. KISHI. — La membrane de Corti et la théorie de l'impression sonore (Refer. *Journal physiol.*, 1907 ; *Archiv. f. die Gesammte physiol.*, 1907).

140. KOHLER. — Über die Funktion des Trommelfels (*Berl. Otol. Ges.*, janvier 1910 ; Ref. *Internat. Zentralblatt. f. Ohrenheilk.*, 8, p. 246).

141. KREIDL. — Physiol. des inneren Ohren, in 2 Alexander usw.

142. TER KUILE. — Die Übertragung der Energie von der Grundmembran auf die Haarzellen (*Pflugers Archiv. f. d. Ges. Physiol.*, 79, p. 146).

143. KUILE. — Die richtige Bewegungsform der Membr. Basilar (*Plugers. Archiv. f. d. Ges. Physiol.*, 1900, 79, p. 484).

144. LANDOIS. — Physiologie humaine, Paris, 1893.

144. LUCAE. — Beiträge sur Schallempfindung (*Archiv. Ohren. Nasen. u. Kehlkopfheilk.*, 79, p. 246).

146. LUCAE et POLITZER. — Untersuchungen über die sog. Knochenleitung usw. (*Archiv. f. Ohren. Nasen. u. Kehlkopfheilk.*, t. I, p. 303 et 318).

147. MARAGE. — Rôle de la chaîne des osselets dans l'audition (*Académie de Médecine*, 1900).

148. MARAGE. — Quelques remarques sur les otolithes de la grenouille (*Institut*, 1901).

149. MARAGE. — Mesure et développement de l'audition (Prix Meynot, 1902).

150. MARAGE. — Contribution à la physiologie de l'oreille interne (*Institut*, janvier 1903).

151. MARAGE. — A propos de la physiologie de l'oreille interne (*Institut*, mars 1903).

152. MARAGE. — Action sur l'oreille à l'état pathologique des vibrations fondamentales des voyelles (*Institut*, février 1903).

153. MARAGE. — Mode d'action des vibrations sur le système nerveux (*Institut*, février 1904).

154. MARAGE. — Théorie élémentaire de l'audition (*Société française de physique*, 1904).

155. MARAGE. — Pourquoi certains sourds entendent mieux les sons graves que les sons aigus (*Institut*, octobre 1905).

156. MARAGE. — Contribution à l'étude de l'audition (*Institut*, 12 octobre 1908).

157. MARAGE. — Fonctionnement de l'oreille à l'état pathologique (*Institut*, 7 octobre 1910).

158. MARAGE. — Sensibilité de l'oreille physiologique pour certains sons musicaux (*Institut*, mai 1914).

159. MARAGE. — L'audition et ses variations (1924, Gauthier-Villars, édit., Paris).

160. MARX. — Untersuchungen über experimentelle Schädigungen des Gehörorgans (*Zeitschrift f. Hals. Nasen. u. Ohrenheilk.*, 59, p. 1).

161. MARINI. — Unterschiedswelle und Rezonanztheorie (*Archiv. f. Ohren. Nasen. u. Kehlkopfheilk.*, 107, p. 19).

162. MARINI. — Sulla fisiologia delle cassa del tympano (*Boll. d. m. d. orrechio*, 189, Bruxelles, 1898).

163. MASSE. — Organe de l'audition et sens de l'ouïe (*Thèse Montpellier*, 1864).

164. MEYER. — Zur theorie der Differentialtöne und der Gehörsempfindungen überhaupt (*Plugers Archiv. f. d. Ges. Physiolog.*, 78, p. 346).

165. MORAT et DOYON. — Traité de Physiologie, t. V, Paris, 1918.

166. MULLER. — Physiologie humaine (Coblenz, 1840 et traduite par Jourdan, Paris).

167. MYGIND. — La théorie de l'audition (*Annales des mal. de l'or.*, n° 8, 1928, p. 726).

168. PANSE. — Zur Adlersarbeit (*Zeitschrift f. Hals. Nasen. u. Ohrenheilk.*, 41, p. 309).

169. RAYLEIGH. — Théorie des Schalles (Braunschweig, 1880).

170. REINKING. — Zur Frage der Entstehung von Horschädigungen nach laugdauernden Schallleinwirkungen (*Verhandl. d. dtsc. Oto. Ges.*, 1912, p. 165).

171. ROUIS. — Recherches sur la transmission du son dans l'oreille humaine (Paris, 1877).

172. SAVART. — Recherches sur les usages de la membrane du tympan et de l'oreille externe.

173. SCHAEFER. — Über die Wahrnehmbarkeit von Kombinationstonen usw. (*Pass. Beitr.*, 6, p. 205).

174. SCHAEFER. — Über neue Untersuchungen zugunsten der Helmholtzschen Rézonanz theorie (*Verhandl. d. dtsc. Otol. Ges.*, 1907, p. 128).

175. SCHAEFER et GUTMANN. — Über Tonunterschiedsempfindlichkeit usw. (*Zeitsch. für Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.*, 32, p. 87).

176. SCHAEFER et SESSOUS. — Über die Bedeutung des Mittelohrapparates für das Hören usw. (*Verhandl. d. dtsc. Otol. Ges.*, 1908, p. 87).

177. SCHULZE. — Die Schwingungsweise der Gehörknöchelchen (*Pass. Breit.*, 4, p. 161).

178. SECCHI. — La fenêtre ronde comme voie unique de pénétration des sons dans le labyrinthe (Turin, 1902, et *Arch. intern. d'O. R. L.*, t. XV, 1902).

179. SCHWENDT. — Ein unbeabsichtigter Fall von Steigbügelextraktion usw. (*Zeitsch. f. Hals. Nasen. u. Ohrenheilk.*, 37, p. 1).

180. SIEBENMANN et YOSHII. — Demonstration von Akustischen Schädigungen des Gehörorgans (*Verhandl. d. dtsc. Otol. Ges.*, 1918, p. 114).

181. SCHMIEDEKAN. — Über die Verwerthung der Membrana tympani als phonograph und logograph (*Archiv. f. Augen und Ohr.*, 1876).

182. SPECHT. — Zur physiologie des Hörens (*Archiv. f. Ohrheilkunde*, 1925-26, p. 1 à 80, 12 fig.).

183. STEFANINI. — Sur le pouvoir de discrimination de l'oreille pour les sons et pour les bruits (*Archives Nat. de Biol.*, XI, 57 à 61).

184. STEFANINI. — Perception sonore et conduction sonore vers l'oreille interne (*Archives ital. di Otol. Rinol. e Laringol.*, 17 H. I).

185. STEFANINI. — Démonstration de la théorie d'Helmholtz-Cotugno (*Archives ital. di Otol. Rinol. e Laringol.*, 1915, n° 1).

186. STEFANINI. — Sur la fonction des deux oreilles dans l'audition des sons (*Archives ital. de Biol.*, LXVIII, 193-204, 1908 ; Refer. *Journal de Physiol.*, 1919-1920).

187. STEIN (von). — *Funktionen des Ohrlabryrinths* (Iéna, 1894).

188. STEPANOW. — Zur frage der Funktion des Kochlea (*Monastsschrift. f. Ohrenheilkunde*, t. XVI).

189. STRUYCKEN. — Beobachtungen über die physiologische obere Hörgrenze für Luft. und Knochenleitung, t. V, p. 1).

190. Tominaga. — Eine neue Theorie des Hörens (*Zentralblatt f. physiol.*, 1924, p. 461-466 ; Réf. *Journal physiol.*, 1924).

191. TORUKATA. — Sur la physiologie des muscles internes de l'oreille (Ref. *Journal physiol.*, 1923).

192. TREITEL. — Neuere Theorien über die Schalleitung (*Zeitsch. f. Hals. Nase. u. Ohrenheil.*, t. XL, p. 315).

193. TULLIO P. — Sulla funzione delle varie parti del labirinto acustico (*Archiv. ital. Otol. Rinol. e Laringol.*, XXV, n° 4, 1924).

194. TULLIO P. — Sul meccanismo d'excitazione fisiologica delle varie parti dell'orechio interno (XX<sup>e</sup> Congrès de la Société italienne d'Oto-Rhino-Laryngologie).

195. URBANTSCHITSCH. — Über Hyperakusis Willisi (*Verhandl. dtsch. Otol. Ges.*, 1912, p. 114).
196. URBANTSCHITSCH. — Über die Ermüdung des Ohres (*Pflugers. Archiv. f. die Ges. Physiol.*, 29).
197. URBANTSCHITSCH. — Über das An-und-Abklingen akustischen Empfindungen (*Pflugers Archiv. f. die Ges. Physiol.*, 25, p. 323). — Zur Lehre von der Schallempfindung (*Pflugers. Archiv. f. die Ges. Physiol.*, 25, p. 574).
198. WAETZMANN. — Die akustischen Eigenschaften der Membr. Basilar (*Verhandl. d. dtsch. Otol. Ges.*, 1910, p. 56).
199. WAETZMANN. — Zur Helmholtzschen RezonanzTheorie (*Habil-Schrift*, Breslau, 1907).
200. WAETZMANN. — Die Rezonanz Theorie des Hörens (Braunschweig, 1912).
201. WATSUJI. — Über die Verteilung der elastischen Fasern im Gehörgan (Zeitschrift. f. Hals. Nasen. u. Ohrenheilk., 47, p. 142).
202. WITTMACK. — Über Schädigungen des Gehörs durch Schalleindrücke (Zeitschrift. f. Hals. Nasen. u. Ohrenheilk., 54, p. 37).
203. WITTMACK. — Eine neue Stützeder Helmholtzschen Resonanztheorie (*Pflugers Archiv. f. die Ges. Physiol.*, 120).
204. WHRIGTON et KEIT. — Démonstration d'une nouvelle théorie de l'audition (*Soc. Royale de Méd. de Londres*, 1919).
205. ZIMMERMANN. — Zur Mechanik des Mittelohres (*Archiv. f. Ohren. Nasen. u. Kehlkopfheilk.*, 81, p. 229).
206. ZIMMERMANN. — Die Mechanik des Ohrens und ihre Störungen, 1900.
207. ZIMMERMANN. — Zur physiologie der Schallzuleitung (*Verhandl. d. dtsch. Oto. Ges.*, 1906, p. 168).
208. ZWAARDEMAKER. — Über den Schalldruck im Cortiorgan als den eigentlichen Gehörsreiz, (*Archiv. für. Physiol. und Anatomie*, 1905, t. I). — Der Verlust an höheren Tönen im Alter (*Archiv. f. Ohren. Nasen. und Kehlkopfheilk.*, 32, p. 53).
209. YOSHISUNE. WADA. — Contribution à la physiologie comparée de l'organe auditif (*Archiv. Ges. Physiol.*, C. C., II, 1924).

## NOTES DE LECTURES

---

### A PROPOS DU DIAGNOSTIC DES SINUSITES. LE CYTO-DIAGNOSTIC, L'INJECTION DE LIPIODOL

On connaît l'orientation de la médecine en Amérique, qui, pour toute affection d'étiologie un peu obscure, recherche systématiquement ce qu'on appelle les « septic foci », foyers d'infection primitifs, que l'on suppose être le point de départ des troubles constatés. Ce ne sont pas seulement les dents et les amygdales, mais également les sinus qui sont ainsi mis en cause. « Il y a une tendance croissante, écrit Wood (de Saint-Louis), à envoyer les cas obscurs d'infection au rhinologue, pour expliquer le diagnostic par une sinusite nasale. Arthropathies, fièvres élevées, atteinte grave de l'état général (sans cause évidente), endocardites et autres états en nombre presque illimité sont rapportés pour explication à un examen sinusien positif ». Il est très fréquent, par exemple, de lire dans les revues américaines des observations dans le genre de celle-ci que nous empruntons à FRANK KISTERN. « Un homme de 43 ans souffre de polyarthrite depuis neuf mois. Rien aux dents. On a enlevé les amygdales sans résultat. Pensant à la possibilité d'une sinusite, on propose une exploration qui est acceptée. Dans les deux sinus on trouve une muqueuse un peu épaisse, avec d'un côté deux petits kystes glandulaires. La culture de la muqueuse donne du streptocoque. Le malade qui ne pouvait marcher sans canne, trois jours après l'opération s'en dispense, et demeure guéri. »

Cette tendance à incriminer les sinus pour des affections qui ne paraissent avoir aucun rapport avec ceux-ci, a conduit les Américains à préciser d'abord les procédés de diagnostic, et, sur la foi de méthodes exploratrices nouvelles, à opérer un grand nombre de malades. Ces interventions « toujours brillantes » ne laissent pas que d'étonner le spécialiste français. Même en Amérique, des voix se sont élevées pour protester contre des opérations presque systématiques, qui sont loin d'être toujours justifiées, et, ce même Wood, cité plus haut, s'est efforcé de ramener à sa juste valeur la sinusite en tant que foyer primitif d'une infection générale. Toutefois, même si l'on fait grande la part de l'exagération, il y a des faits qui ne paraissent pas douteux, et qu'on aurait tort de rejeter délibérément, d'autant mieux que les opérations en question ont permis de prélever un matériel anatomo-pathologique qui, en un certains sens, les justifient. Pour tout spécialiste,

sinusite est synonyme de pus : c'est la présence de pus dans le sinus qui apporte la preuve irréfutable d'un diagnostic que l'examen clinique, la diaphanoscopie, la radiographie ont fait soupçonner. Si, au contraire, le lavage du sinus ne ramène pas de pus, on doit écarter le diagnostic de sinusite. Or, les travaux américains ont mis hors de doute la fausseté de cette seconde proposition : l'existence de sinusites sans pus n'est pas contestable, d'où il suit que les procédés actuellement mis en œuvre pour déceler les altérations sinusiennes sont insuffisants.

Au point de vue histologique, on ne peut pas dire qu'il y ait des différences absolument tranchées entre la sinusite purulente et la sinusite non purulente. Suivant FRANCK KISTNER, la muqueuse dans le premier cas est plus mince et plus vascularisée, l'infiltration cellulaire plus marquée que dans la forme non purulente, où il y a souvent infiltration cédémateuse avec prédominance des éosinophiles. On écrit que dans les infections sinusiennes, l'épithélium est détruit ; au dire de ce même auteur, cela n'est pas exact, et tient aux manipulations de la biopsie et de la fixation. A la surface de ces tissus on retrouve toujours l'épithélium, dont l'intégrité, d'ailleurs, n'empêche pas les éléments des couches sous-épithéliales de se frayer un passage vers la surface : la présence de pus n'est absolument pas liée à la destruction de l'épithélium. Les anatomistes disent également que dans la muqueuse sinusoïde il n'y a pas de basale. C'est une seconde erreur, et toujours dans les sinusites on retrouve une basale, d'autant plus épaisse que l'affection est plus ancienne.

L'examen bactériologique des prélèvements n'est pas moins intéressant. Par ordre de fréquence, les microbes rencontrés dans les affections sinusiennes sont : le streptocoque, le staphylocoque, le bacille de Friedlander, le micococcus catarrhalis, le bacille de l'influenza. Dans les sinusites sans pus, le streptocoque l'emporte de beaucoup, puisqu'on le trouve dans 94 % des cas, tandis que dans les sinusites avec pus, c'est le staphylocoque qui prédomine. Toutefois Frank Kistner ne l'a obtenu qu'une seule fois à l'état de pureté. Le contenu des kystes séreux si fréquemment rencontrés dans les sinus malades a montré dans 46 % des cas la présence de staphylocoque. En généralisant un peu, il est permis de dire que dans les sinus, le streptocoque ne donne pas de pus, mais de l'œdème : c'est le microbe des infections chroniques. Le staphylocoque au contraire donne du pus, c'est l'agent des infections aiguës.

Puisqu'il est ainsi démonté par l'anatomopathologie et la bactériologie que les sinus peuvent être chroniquement malades sans qu'aucun des procédés cliniques actuellement en usage permette de reconnaître cette situation, quels sont donc les moyens de déceler les sinusites sans pus ? Il y en a deux : le cyto-diagnostic, la radiographie et radioscopie après injection de lipiodol.

C'est à un spécialiste anglais P. Watson Williams que revient le mérite d'avoir le premier proposé l'examen microscopique du liquide de lavage des sinus, absolument comme on pratique le cyto-diagnostic du liquide

céphalo-rachidien et pour les mêmes raisons. Frappé de l'insuffisance des moyens de diagnostic courants, cet auteur examine systématiquement non seulement les antres maxillaires mais également les sinus frontaux, sphénoïdaux ainsi que les cellules ethmoïdales postérieures. Au moyen d'un jeu de canules, de trocarts et de seringues, il explore chacune des cavités, aspirant le pus s'il y en a, lavant le sinus et recueillant le liquide dans un tube à centrifugation. Dès 1912 Watson Williams écrivait : « Depuis que j'utilise couramment la seringue à aspiration, toutes les fois qu'on suspecte une maladie du sinus, ma foi dans la valeur de la transillumination a été fortement ébranlée. » Cette méthode ne paraît pas avoir rencontré beaucoup d'adeptes en Angleterre, mais en revanche, elle a été reprise ou réinventée en Amérique, où de nombreux spécialistes la considèrent comme fondamentale dans l'exploration des sinus.

La technique en ce qui concerne le sinus maxillaire est extrêmement simple. Avec un trocart on ponctionne le sinus en ayant soin autant que possible de ne pas provoquer d'hémorragie. Aussitôt que le trocart est dans la cavité, on aspire avec une seringue stérile, et le liquide, si l'on en obtient, est mis dans un tube pour examen. Si la seringue n'aspire que de l'air, on injecte lentement du sérum physiologique tiède, jusqu'à ce que le malade constate le passage du liquide dans la gorge ; à ce moment on aspire de nouveau le contenu de l'antre, et le liquide ainsi obtenu est recueilli. Quand ce liquide est louche on peut faire directement une lame, quand il est clair, il est nécessaire de centrifuger.

Tous les sinus peuvent être ainsi explorés. En ce qui concerne le sinus sphénoïdal, Watson Williams, au lieu de rechercher l'ostium, préfère ponctionner la paroi antérieure, et se sert d'un trocart droit. L'aspiration serait très difficile si l'on avait pénétré par les voies naturelles. C'est sans doute pour cette raison que de nombreux auteurs, qu'il s'agisse de lavage ou d'injection d'huile iodée préfèrent la ponction au cathétérisme. Pour la cellule ethmoïdale postérieure, le même auteur emploie également un trocart droit. Voici d'ailleurs sa technique : « Le trocart et la canule sont placés au sommet du méat moyen, entre la bulle ethmoïdale et le cornet moyen (ou quelquefois à travers la bulle), et glissée en haut et en arrière jusqu'à ce que la pointe repose sur l'attache oblique postérieure du cornet moyen. Juste avant de ponctionner la paroi cellulaire, la direction du trocart et de la canule est rendue moins oblique en relevant l'instrument et, s'il est nécessaire, la pointe du nez, et on lui donne une direction légèrement en dehors. On appuie alors doucement sur l'instrument qui passe à travers la mince paroi antérieure de la ou des cellules ethmoïdales postérieures, de manière à entrer dedans juste en dehors de l'épaississement osseux qui correspond à l'attache du squelette du cornet moyen. Il faut faire attention de ne pas fracturer la paroi externe (dans la partie postérieure de l'orbite), ni de diriger la pointe trop en haut à travers la voûte crânienne. Si l'on suit bien cette route, et que la pression porte bien en dehors et quelque peu en haut, alors il n'y a pas de risques entre des mains exercées. »

Ces manœuvres, on le voit, ne sont pas sans danger, aussi les américains pratiquent-ils toutes ces ponctions sous le contrôle de l'écran.

Quels sont les éléments dont la présence dans un liquide de lavage macroscopiquement limpide permet le diagnostic de sinusite ? Les nombreuses recherches qui ont été faites permettent de conclure qu'il faut s'attacher à l'étude cytologique et non pas microbiologique du centrifugat. Normalement on ne doit trouver aucun élément cellulaire dans le sinus, et la présence de ceux-ci permet d'affirmer que la muqueuse est en état de réaction inflammatoire. D'ailleurs, dans la bouche, le nez, le pharynx on ne doit pas davantage trouver de leucocytes à l'état normal : mais, dans ces cavités, les sources d'infection sont nombreuses (gencives, amygdales, adénoïdes) tandis que, dans le sinus, ces cellules ne peuvent provenir que de la muqueuse antrale. En pratique, et en négligeant les autres éléments, le microscope permet de reconnaître des polynucléaires et des mononucléaires en proportions variables. Les polynucléaires sont le témoin d'une inflammation active, tandis que les mononucléaires indiquent que l'inflammation est beaucoup plus torpide ou même en voie de résolution. Toutefois, quand plusieurs examens suffisamment éloignés les uns des autres, montrent constamment dans un sinus la présence de lymphocytes, on peut affirmer l'existence d'une sinusite chronique, avec une muqueuse souvent très hyperplasiée. Cette variété de leucocytes se rencontre spécialement chez les malades qui sont sujets à de fréquentes poussées de sinusite aiguë : cette constatation permet de conclure que, contrairement aux apparences cliniques, ces malades sont en réalité atteints de sinusite chronique, dont ils ne peuvent être débarrassés que par une intervention.

A côté des éléments leucocytaires, on peut trouver dans le liquide de lavage du mucus et surtout des débris de cellules épithéliales. Pour Kistner, la présence de cellules épithéliales en grand nombre a autant de valeur que celle des éléments exsudatifs. Quand on pratique l'examen histologique de la muqueuse sinusienne, on se rend compte pourquoi, dans ces cas, il y a tant de débris et d'épithélium exfolié. Le tissu sous-épithelial est œdématisé avec un degré modéré d'infiltration cellulaire. L'épithélium lui-même est hyperplasié et métaplasié ; de nombreuses cellules sont en voie de dégénérescence mucoïde. Toutes ces constatations ont été faites sur de nombreux malades examinés et opérés, elles justifient la confiance que l'on accorde en Amérique au cyto-diagnostic des sinusites. D'ailleurs les promoteurs de la méthode et Sewall en particulier, qui lui a consacré de nombreuses études, se défendent de jamais intervenir sur la seule donnée d'un cyto-diagnostic positif. Ce n'est là qu'un procédé de diagnostic, le plus intéressant peut-être parce que le plus sensible, mais non le seul.

L'autre méthode d'exploration dont nous voulons parler, n'est pas, tant s'en faut, inconnue en France ; mais son emploi n'a pas été généralisé et systématisé ici comme en Amérique : c'est l'examen aux rayons X après injection de lipiodol. En outre, les expérimentateurs français, Worms et

Reverchon, Halphen et Morel Kahn, Bourgeois, paraissent n'avoir utilisé ce procédé que dans la sinusite maxillaire. Or c'est dans les sinusites postérieures que l'injection d'huile iodée est susceptible de rendre les plus grands services, on verra plus loin pourquoi.

La radiographie simple montre si une cavité sinusienne est opaque ou transparente, mais elle ne fournit aucun renseignement sur la nature et le détail de cette opacité, car celle-ci peut être due à la présence de pus, de polypes ou de kystes, à un épaissement uniforme de la muqueuse, ou enfin à la présence d'une tumeur. L'injection préalable de lipiodol permet non seulement de porter le diagnostic de sinusite, mais aussi de reconnaître ces différentes conditions. Il n'est donc pas exagéré de dire que l'injection d'huile iodée est le complément indispensable de la radiographie : elle trace les contours de la muqueuse, dessine les profils des polypes ou des kystes et parfois remplit ces derniers ; enfin dans le cas d'une tumeur occupant la totalité de l'antre, l'huile ne pénètre pas et l'image obtenue est presque caractéristique.

La technique pour le sinus maxillaire n'a rien de particulier, il faut seulement éviter que le liquide ne ressorte par l'ostium. Un tamponnement un peu serré évite cet inconvénient. Les auteurs français que nous avons cités, se contentent d'une radiographie. En Amérique on estime que, pour obtenir du procédé le maximum de renseignements, il faut faire également une radioscopie. On injecte d'abord dans l'antre une quantité de liquide insuffisante à le remplir ; puis, sous l'écran, on donne à la tête du sujet diverses positions, de façon à observer sous l'écran la manière dont se remplissent les différentes parties du sinus. Normalement l'antre a la forme d'une pyramide, dont la base est constituée par la paroi nasale, et dont le sommet avoisine le zygoma. Il faut noter que normalement la partie sous-orbitaire du sinus se remplit parfois incomplètement. En outre la base de la pyramide sinusale présente une convexité correspondant au méat inférieur, et qui pourrait être interprétée par un œil mal exercé comme une zone non remplie de liquide. A l'état pathologique, les aspects les plus divers peuvent être observés suivant les altérations de la muqueuse, la présence de polypes, etc. En ce qui concerne la radiographie, Hilding Anderson conseille de prendre la position tête en avant et d'injecter assez de liquide pour que, dans cette position la paroi antérieure du sinus soit totalement couverte. Normalement, entre le pourtour osseux et l'ombre du lipiodol, il ne doit pas y avoir une distance supérieure à un millimètre.

En ce qui concerne le sinus frontal, il y a évidemment des cas où l'on peut pratiquer l'injection d'huile iodée, au moins sans turbinectomie préalable. Mais toutes les fois que le cathétérisme est possible on se trouvera bien d'utiliser non un trocart métallique mais une sonde uréthrale. Il faut donner ici au malade une position telle que le liquide ne puisse s'écouler hors du sinus : le sujet sera couché sur le dos avec la tête en légère extension.

Mais, comme on l'a dit plus haut, c'est surtout pour le sinus sphénoïdal que l'injection d'huile iodée est appelée à rendre les plus grands services.

En effet, malgré les travaux considérables sur la radiographie de ce sinus, malgré les recherches bien connues de Amédée Granger !(de la Nouvelle-Orléans), on ne peut pas dire que les images obtenues soient vraiment satisfaisantes. La situation profonde de ces cavités, la proximité des cellules ethmoïdales postérieures, l'extrême variabilité des contours osseux, rendent les radiographies d'une interprétation particulièrement malaisée. De plus, l'exploration du sinus avec un trocart, suivie d'aspiration ne donne pas davantage de certitude absolue, car rien ne prouve que l'on ne se trouve pas dans une large cellule ethmoïdale postérieure. Tout au contraire, l'étude de ces cavités après injection d'huile iodée permet de les repérer exactement, d'en reconnaître les lésions et par conséquent d'opérer en toute certitude. Arthur Weil a fait des radiographies comparées avec et sans huile iodée : elles sont tout à fait démonstratives. On peut donc affirmer que, pour les sinus postérieurs, l'injection de lipiodol est absolument indispensable tant au point de vue du diagnostic que de l'intervention. En outre cette méthode a mis en évidence ici des phénomènes particulièrement intéressants comme celui-ci, par exemple : le sinus frontal et le maxillaire après injection se vident assez rapidement de leur contenu huileux ; ce qui veut dire que un ou deux jours plus tard un nouvel examen aux rayons montre ces cavités libres. Au contraire, en ce qui concerne le sphénoïde, on observe que, dix jours et plus après l'injection, il est aussi opaque qu'an premier jour ; le lavage ramène en effet de l'huile iodée. D'où il faut conclure que ce sinus, sans doute pour des raisons anatomiques, se draine beaucoup plus mal que les autres cavités de la face, et cela explique la fréquence particulière des sinusites sphénoïdales chroniques.

La mise en œuvre des procédés classiques et de ceux qui viennent d'être décrits ont permis à Sewall d'écrire un chapitre particulièrement intéressant sur la valeur comparée des méthodes de diagnostic et de leur opposer les résultats opératoires. 89 sinus ont été ainsi étudiés. Sans entrer dans le détail de ces observations, on peut dire qu'elles montrent pleinement le grande valeur du cyto-diagnostic, puisque dans 18 % des cas contrôlés opératoirement l'eau de lavage du sinus était limpide, et que 6 fois cette apparence coïncidait avec une radiographie normale. Or dans tous les cas le cyto-diagnostic était positif.

Raoul CAUSSÉ.

### Bibliographie

- P. WATSON WILLIAMS. — The diagnostic value of the suction syringe in maxillary antral sinusitis (*The Journal of Laryngology*, 1912, p. 142-145).
- P. WATSON WILLIAMS. — Les sinusites sans pus (*Archives Inter.*, avril 1922).
- P. WATSON WILLIAMS. — Diagnostic exploration of the nasal sinuses by the author's suction syringe method (*The British Medic. Journ.* 14 novembre 1925, p. 894-896).
- REVERCHON et WORMS. — Valeur sémiologique de la radiographie dans l'étude de la polysinusite grippale (*Soc. d'Oto-Rhino et Laryng.*, 16 avril 1923).

HALPHEN et MOREL KAHN. — De l'introduction de lipiodol dans les sinus maxillaires en vue de l'examen radiographique (*Soc. Laryng. Hop.*, 12 janvier 1927).

BOURGEOIS. — *Id.* (Discussion).

DOBRZANSKI et LENARTOWSKI. — Sur l'application du lipiodol dans le diagnostic radiologique des maladies du sinus maxillaire (*Ann. Mal. Or.*, t. XLIV, n° 7, juillet 1925, p. 1032-1037).

EDWARD CECIL SEWARD. — Cytologic examination in the diagnosis of infection in the nasal accessory sinuses (*Annals of Otology*, vol. XXXVII, n° 2, juin 1928, p. 642-661).

EDWARD CECIL SEWARD. — Diagnosis and treatment of chronic maxillary sinus infection (*Archives Of otolaryngology*, vol. VIII, n° 4, octobre 1928, p. 405-420).

EDWARD CECIL SEWARD. — Cytologic examination of the antrum (*Archiv. of oto laryng.* vol. X, n° 1, juillet 1929, p. 1-16).

HILDING ANDERSON. — The use of iodized oil in the diagnosis of nasal sinus disease. Part. I ; (*Arch. of oto laryng.*, vol. VII, n° 4, avril 1928, p. 340-351).

HILDING ANDERSON. — *Id.*, part. II. *Id.*, vol VII, n° 5, mai 1928, p. 514-524.

ARTHUR WEIL. — The Use of iodized oil as an Aid to Diagnosis in sinus Conditions (*Arch. of Otolaryng.*, vol. X, n° 6, décembre 1926, p. 603-616).

WOOD. — The Paranasal Sinuses as Sources of Infection (*Annals of Otology*, vol. XXXVII, n° 2, juin 1928, p. 592-618).

# SOCIÉTÉ DE LARYNGOLOGIE DES HOPITAUX DE PARIS

Séance du 8 juillet 1929

PRÉSIDENCE DE M. REVERCHON

Président

## SOMMAIRE

I. Aubry, Cournand et Darquier. — Un cas d'hémi-spasme facial guéri par application de Bonain au niveau du ganglion sphéno- palatin .....	183	Rouget, Moulonguet, A. Bloch, Reverchon .....	186
Halphen, Moulonguet .....	183	IV. Rouget. — Calcul salivaire.....	187
II. Winter et Constas. — Modification de la position de repos des globes oculaires dans les lésions du labyrinth .....	184	V. Lemariey. — Les indications et les résultats du traitement bron- choscopique des suppurations pulmonaires .....	187
Causse, Winter, Halphen .....	185	VI. Anglade. — Les hémostatiques à base de ferment végétal .....	193
III. A. Bloch et Lemoine. — Présenta- tion de malade .....	185	Moulonguet, A. Bloch, H. Bourgeois .....	194
		VII. Halphen. — Appareil laveur pour sinus. Appareil de M <sup>le</sup> Rott .	194

### I. Aubry, Cournand et Darquier. — Un cas d'hémi-spasme facial guéri par application de Bonin au niveau du ganglion sphéno-palatin.

Les auteurs présentent un cas d'hémi-spasme facial guéri par l'application de Bonain au niveau de la muqueuse nasale, en un point correspondant au ganglion sphéno-palatin. Ce spasme survenu chez une femme de 71 ans, était depuis deux ans, rebelle à toute thérapeutique. Les auteurs rappellent, à ce sujet, qu'il faut toujours rechercher la cause du spasme périphérique sur l'arc sensitif trigémellaire et non sur l'arc moteur facial. Parmi les points de cet arc le plus souvent irrités, ce sont les filets trigémélaires de la muqueuse nasale.

— **Halphen.** J'ai été très heureux d'entendre cette communication, car il y a 5 ou 6 ans, ayant eu l'occasion de soigner un malade pour rhume des foins, j'ai eu l'heureuse surprise de voir un spasme de la paupière disparaître après badigeonnage au Bonnin. Ainsi le spasme facial pouvait être amélioré ou guéri par un badigeonnage anesthésique de la fosse nasale.

Au point de vue pathogénique, je ne crois pas qu'on puisse penser à une anesthésie nerveuse. Je crois que nous agissons sur la voie vasculaire et que c'est parce que nous diminuons l'espèce d'eréthisme local enregistré par la voie nerveuse que nous obtenons une modification.

Quant aux piqûres d'alcool qui peuvent agir de la même façon, je ne crois pas qu'elles soient dangereuses à condition de les faire par voie nasale ; et l'incident que j'ai cité un jour avait trait à une injection faite par la voie palatine, ce qui avait amené une légère nécrose de la voûte palatine et la chute de deux dents.

— **Moulonguet.** Il semble, d'une façon générale, que les badigeonnages et les cautérisations de la région sphéno-palatine aient donné les mêmes résultats que les injections d'alcool dans la région du ganglion sphéno-palatin.

Je crois donc que ce n'est pas une question de ganglion sphéno-palatin qu'on doit faire intervenir, mais de nerf sphéno-palatin.

## II. *Winter et Constas.* — Modification de la position de repos des globes oculaires dans les lésions du labyrinthe.

M. le Professeur Sebileau a bien voulu nous permettre de vous présenter un fait que nous avons observé au cours des examens labyrinthiques pratiqués dans le service de Lariboisière.

Il s'agit d'une modification de la position de repos des globes oculaires liée à un trouble quelconque du tonus labyrinthique.

Normalement les globes oculaires au *repos*, c'est-à-dire après occlusion des paupières se portent vers l'angle supéro-externe de chaque orbite et sont en divergence.

Quand il existe un trouble labyrinthique vérifié par un des signes spontanés, ou provoqués classiques, cette position apparaît modifiée. Le plus fréquemment les globes oculaires au lieu de se mettre en position de repos normal s'orientent symétriquement vers la droite ou vers la gauche.

Il semble que l'influence du labyrinthe sur la musculature oculaire que la seule fixation du regard suffit souvent à annihiler, quand le sujet a les yeux ouverts, apparaisse plus nettement en position de repos des globes.

Nous nous garderons actuellement de formuler aucune règle. Il nous a semblé dans la majorité des cas que la déviation constatée se faisait selon les lois habituelles vestibulo-oculaires.

Quand le labyrinthe est détruit c'est vers le labyrinthe détruit que viennent se placer les globes.

Quand il y a phénomène d'irritation labyrinthique c'est du côté opposé. En somme, toujours dans le sens de la secousse lente du nystagmus et de déviations segmentaires. Il est facile de constater cette modification de la position de repos des globes et son sens après épreuve calorique froide chez un sujet normal.

Nous ne faisons que signaler le fait sans en rien conclure avant d'autres observations. Il y a de nombreuses causes d'erreur possibles au cours de la recherche de ce signe et la volonté du sujet peut intervenir pour le modifier.

Nous ne savons pas également quelle place il doit prendre dans la sémiologie labyrinthique et quelle est sa valeur exacte dans l'échelle d'intensité des différents symptômes témoignant d'un trouble labyrinthique récent ou ancien. Nous l'avons vu persister longtemps alors qu'il n'y avait plus aucun trouble vestibulaire subjectif spontané.

Ce symptôme a je crois été observé par BARANY. M. le Professeur Buys de Bruxelles nous l'a dit, mais nous n'avons pas retrouvé encore l'article anglais où il était signalé.

— **Caussé.** Je voudrais demander à Winter s'il n'a pas fait de recherches pendant l'anesthésie.

— **Winter.** Je n'en ai pas eu l'occasion. Il est certain que pendant le sommeil chloroformique, la déviation peut être observée plus facilement.

Ce qui rend difficile la recherche de ce signe, c'est que les malades, volontairement, peuvent modifier la position de leur globe.

— **Halphen.** Lorsqu'on examine un malade qui a un nystagmus spontané, il est patent que les mouvements de l'œil se font dans la direction du mouvement lent, le retour à la position de repos étant le mouvement rapide. Certains auteurs ont reconnu une origine nucléaire au mouvement lent et une origine supra-nucléaire au mouvement rapide de la secousse nystagmique. Or le sommeil chloroformique inhibe l'excitation supra-nucléaire. Et tous les malades que nous avons examinés pendant le sommeil chloroformique et qui présentaient un nystagmus spontané avaient leur œil qui se mettait dans la position lente de la secousse.

### III. A. Bloch et Lemoine. — Présentation de malade.

J'ai été encouragé à vous présenter cet enfant en me rappelant une présentation suivie de discussion qui avait eu lieu ici même à propos des ethmoïdites de l'enfant.

Il nous arrive assez fréquemment de voir arriver des enfants qui présentent une suppuration péri-oculaire qui, généralement, se localise au niveau, un peu au-dessous et en dedans du grand angle de l'œil.

C'est le cas de cet enfant qui nous est arrivé il y a un mois, avec l'histoire suivante :

Il avait été pris briquement de phénomènes fébriles si bien qu'au début, on avait cru simplement à l'apparition d'un érysipèle ; très rapidement, s'est formée une collection qui a été incisée en ville avant que l'enfant ne soit arrivé à l'hôpital, donnant issu à du pus assez franc ; quand nous l'avons vu, il siégeait à ce niveau une fistule d'aspect bourgeonnant qu'on pouvait cathétérer assez facilement. A l'intérieur de la fosse nasale, on ne voyait pas grand' chose : il y avait une grosse tuméfaction qui gênait même après cocainisation, l'examen de la fosse nasale.

Nous avons fait un certain nombre d'examens complémentaires qui ont nécessité quelque temps, et c'est pourquoi je présente ce malade seulement aujourd'hui.

Le père de ce petit malade avait été réformé comme bacillaire à 100 % et il présente des lésions encore ouvertes actuellement.

Nous avons fait faire, d'autre part, un Wasserman qui s'est montré négatif, et c'est alors que nous avons voulu, pour compléter cette observation, faire quelques examens du côté dentaire en nous rappelant que, très souvent, il a été dit que ces lésions péri-oculaires pouvaient être à point de départ dentaire.

Voici des radiographies dentaires qui ont été extrêmement bien faites ; l'interprétation qui nous a été donnée, de part et d'autre, a été un peu divergente au point de vue de l'existence d'une lésion dentaire.

L'un de ces radiographes m'a répondu qu'il y avait des lésions très nettes au niveau de l'apex de la canine droite, et l'autre radiographe m'a répondu : « Je trouve un aspect un peu symétrique des deux côtés. » Quant aux stomatologues ils m'ont dit « il n'y a rien de bien net, nous ne trouvons pas de carie, pas de lésion en évolution. »

Maintenant y a-t-il une lésion au niveau de la racine de la dent, ceci est impossible à dire. Or, en nous reportant au texte même de Parinaud qui date de 1880, on trouve tout de même un certain nombre d'observations qui sont tout à fait superposables. Dans ses conclusions, il est très précis et il indique qu'il existe une variété de suppurations péri-oculaires d'origine dentaire, spéciales, dit-il, aux enfants et qu'il explique par la disposition des alvéoles de première et deu'ième dentition.

Ceci est reproduit dans l'ouvrage de Sieur et Jacob et on indique là qu'il y a des canalicules qui cheminent à l'intérieur de la branche montante et qui peuvent transporter à distance l'infection sans qu'il y ait continuité, sans qu'on trouve de lésion entre le foyer dentaire, d'une part, et le foyer péri-orbitaire, de l'autre.

Dans le cas qui nous occupe, je dois dire que les phénomènes du début s'étaient un peu aménés, que l'enfant paraissait fatigué, mais enfin, que la température étant devenue normale, il s'agissait d'un cas subaigu qui pouvait faire différer la décision à prendre. Pendant que nous hésitions sur ce que nous devions faire, il s'est éliminé de cette fistule des petits séquestres plats qu'on ne peut pas identifier : la fistule s'est fermée en l'espace de quelques jours.

J'ajouterais qu'au début, il y avait un œdème de toute la région qui, prenait non seulement la racine du nez mais qui avait envahi les paupières.

— **Rouget** insiste sur l'importance des symptômes orbitaires et l'absence de symptômes nasaux au cours des ethmoïdites de l'enfant.

Il relate un cas d'ethmoïdite qui semblait parfaitement guéri et avait été perdu de vue quand, réexaminié, on constata l'existence d'une suppuration de tout le sinus du même côté.

— **Moulouquet**. Il me semble que dans le cas présent, on ne peut vraiment pas incriminer l'étiologie dentaire. D'autre part, cet enfant ne présente pas actuellement de lésion dentaire en évolution. Pourquoi en faire une chose dentaire ?

— **A. Bloch.** Je n'affirme pas du tout qu'il s'agisse d'une origine dentaire. Ici, l'étiologie nous échappe un peu.

Ce sont, en somme, des ostéomyélites de l'enfance absolument comparable à une épiphysse d'os de membre. Or, me rappelant ce fait-là, nous avons été tentés d'insister sur l'origine dentaire possible.

— **Reverchon.** J'avoue que, personnellement, je serais partisan de l'origine dentaire ; je remarque que cet enfant, vient de perdre sa canine du côté gauche et que sa canine du côté opposé est mobile et légèrement cariée ; par conséquent, nous pouvons imaginer assez facilement l'infection par cette voie.

Croyez-vous qu'on puisse dire véritablement ethmoidite dans ce cas là ?

#### IV. *Rouget. — Calcul salivaire.*

L'auteur présente un calcul salivaire du canal de Wharton dont le poids était de 2 gr. 700 ; au point de vue chimique, ce calcul était formé presque exclusivement de phosphate de chaux.

#### V. *Lemariey. — Les indications et les résultats du traitement bronchoscopique des suppurations pulmonaires.*

J'ai l'honneur de vous communiquer les résultats du traitement bronchoscopique au cours des suppurations pulmonaire, tels quels nous apparaissent aujourd'hui d'après 25 observations et avec un recul de dix-huit mois. La plupart de nos malades appartiennent au service de M. le Pr Sergent et ont été traités avec M. le Dr Rouget, ou dans le service de M. le Dr Grivot.

Au cours des 200 bronchoscopies que nous avons pratiquées à cette occasion, nous nous sommes efforcés de nous rapprocher des techniques mises au point par Chevalier Jackson et son Ecole, par Lynah, Luckens, par Ballon. Aussi, ce ne sont pas les détails techniques de la bronchoscopie, de l'aspiration et du lavage bronchique qui font l'objet de notre communication, mais plutôt les résultats qu'on peut attendre de la bronchoscopie dans le traitement des bronchorrées.

Si nous voulons apprécier ces résultats avec exactitude, sans nous laisser entraîner par l'enthousiasme ni céder au découragement, il nous faut d'emblée distinguer les suppurations aiguës des suppurations chroniques :

Toute lésion suppurative aiguë ou récente de la muqueuse bronchique ou du parenchyme pulmonaire, si le processus infectieux hypervirulent n'entraîne pas une mort rapide, est susceptible d'aboutir à la guérison sans séquelles. L'endoscopie fait de cette guérison presque une certitude, et permet de l'obtenir dans un plus bref délai, diminuant les risques de passage à la chronicité. Elle donne donc des résultats positifs et satisfaisants.

Dans les suppurations chroniques au contraire, le pronostic est dominé par la sclérose bronchique et pulmonaire qui s'est progressivement installée : si nous pouvons agir sur l'abondance de la suppuration, sur la rétention des sécrétions bronchiques, sur les poussées de surinfection, nous sommes

désarmés devant la rigidité des parois bronchiques, devant les bandes et les blocs de sclérose pulmonaire semés d'abcès péri-bronchiques. En présence de ces tissus profondément altérés, de ces poumons qui ne sont plus, suivant l'expression d'Archibald, qu'un marécage de pus semé d'ilôts de sclérose, le traitement endoscopique des abcès chroniques du poumon et de la dilatation invétérée des bronches ne doit avoir d'autre prétention que celles d'une méthode palliative.

Nous envisagerons successivement les suppurations aiguës et les suppurations chroniques.

### I. — Suppurations pulmonaires aiguës

Nous avons rencontré parmi nos malades trois types cliniques d'abcès du poumon :

1) Une fois l'abcès était lié à la présence d'un *corps étranger* : Si l'on excepte les corps étrangers hyperseptiques qui tuent précocement par bronchop-neumonie ou par gangrène pulmonaire, les abcès pulmonaires par corps étranger comportent un pronostic favorable si l'extraction est rapidement pratiquée. Il s'agit en effet au début d'une simple rétention de sécrétions bronchiques en arrière du corps étranger enclavé par l'œdème de la muqueuse ; ces sécrétions s'infectent secondairement et l'abcès reste plutôt endo-bronchique que pulmonaire. Le parenchyme pulmonaire semble doué d'une grande résistance à l'égard de l'infection endobronchique.

Sur sept cas de corps étrangers des bronches que nous avons extraits au cours des deux dernières années, un seul présentait un abcès du poumon. Il s'agissait d'un fragment de crayon enclavé dans la bronche principale gauche. La guérison survint en quelques jours, et pourtant, un flot de pus s'était écoulé de la bronche inférieure au moment du désenclavement du corps. La principale précaution à prendre sur laquelle nous avons insisté ici même l'année dernière, consiste dans l'injection de Lipiodol, avant et après l'extraction, pour pratiquer l'antisepsie du champ opératoire pulmonaire et éviter la dissémination de l'infection.

2) Dans un deuxième ordre de faits, nous avons eu à traiter trois *abcès aigus du poumon* d'apparition spontanée ; l'un d'eux se rapprochait des abcès métapneumoniques classiques à pneumocoque ; les deux autres streptococciques paraissaient primitifs. Le résultat fut remarquable : en quelques jours, l'expectoration qui pour l'un d'eux dépassait 700 grammes par jour fut réduite à quelques crachats.

Les adversaires de la méthode endoscopique nous objecteront l'extrême fréquence des guérisons spontanées en matière d'abcès pulmonaires aigus. Il semble pourtant qu'on ne puisse jamais prévoir cette guérison, et le passage à la chronicité d'un abcès du poumon n'est pas un fait exceptionnel. Si nous admettons même une évolution spontanée heureuse, nous avons le droit de la favoriser : la rapidité de guérison est fonction d'un bon drainage ;

or quand on a vu une fois l'aspect de la bronche de drainage correspondant à un abcès pulmonaire, on se demande vraiment comment peut s'effectuer l'évacuation de l'abcès : la muqueuse rouge, tuméfiée oblitère la lumière de la bronche, réduite à l'état d'une fente virtuelle à travers laquelle suinte un pus épais. On conçoit dès lors l'utilité d'un attouchement de la muqueuse à l'adrénaline et l'introduction aussi profondément que possible dans la bronche de drainage d'une canule de Lynah qui permet l'aspiration du pus.

Les résultats de l'aspiration sont remarquables : trente, cinquante centimètres cubes et plus peuvent être ramenés à chaque séance, et, la rétention cessant, l'œdème bronchique diminue, l'écoulement se régularise, puis bientôt se tarit.

Etant donné ces heureux résultats de l'aspiration, nous ne sommes pas partisans des lavages, dans l'abcès aigu, surtout si le malade est fébrile, si la suppuration ne remonte pas à plus de trois semaines. L'irrigation, même peu abondante, sans pression, aussi limitée que possible risque pourtant de diffuser une infection encore virulente aux lobes demeurés sains et d'entraîner des foyers de broncho-pneumonie disséminées.

Nous préférons l'injection dans la bronche atteinte, après aspiration d'une quinzaine de centimètres cubes de Lipiodol.

Nous n'avons pu essayer la vaccinothérapie locale, car la condition essentielle de son succès est un contact permanent du vaccin avec le territoire infecté, conditions irréalisable au niveau du poumon. La bronchoscopie présente pourtant l'intérêt de recueillir aseptiquement les germes en cause, et de permettre ainsi la préparation d'un auto-vaccin d'application générale.

En résumé, l'abcès aigu du poumon constitue une des indications les plus nettes des méthodes endoscopiques. On y aura recours dès que l'abcès est ouvert dans la bronche, et que la température esquisse un début de défervescence. On aura soin de préciser le siège exact de l'abcès par une injection de Lipiodol. L'existence d'un abcès du lobe supérieur constitue une difficulté technique, mais non une contre-indication. Au contraire, devant un abcès cortical, avec réaction pleurale ou pleurésie purulente, l'endoscopiste doit laisser la place au chirurgien.

Le traitement endoscopique d'un abcès aigu, comporte en général cinq à six séances, espacées de deux ou trois jours, avec aspiration du pus et injection de Lipiodol.

3) *Abcès gangréneux.* — Chevalier Jackson préconise l'abstention dans les différentes processus gangréneux évolutifs.

A la demande du P<sup>r</sup> Sergent, M. Rouget a traité pourtant un abcès gangréneux diffus d'évolution suraiguë. A la suite de deux séances d'aspirations suivies d'injection bronchique de sérum antigangréneux, nous avons vu l'infection s'atténuer, se localiser ; la suppuration diminua de fétidité et s'enkysta, alors qu'on avait porté un pronostic mortel à bref délai.

On ne saurait d'ailleurs prendre trop de précautions dans le traitement de ces malades profondément infectés et débilités : l'anesthésie tout particulièrement doit être des plus légères et ne comporter aucune injection intra-

trachéale toxique. Les manœuvres endoscopiques doivent être réduites au minimum, et les injections thérapeutiques n'être poussées qu'avec lenteur et sous un petit volume, sous peine d'accidents asphyxiques graves.

Toutes les gangrènes pulmonaires ne comportent pas la gravité de ces formes diffuses aiguës : nous avons traité deux cas de grangrène à forme prolongée, dont l'un avec notre collègue Lallemand. Ces formes répondant à de petits foyers enkystés évoluent par poussées successives, coïncidant avec une température irrégulière et une expectoration d'une extrême fétidité. Chaque fois l'aspiration suivie de l'injection d'huile au novarsenobenzol ou de bleu de méthylène a amené la sédation des symptômes : l'un de ces malades est à l'heure actuelle complètement guéri.

## II. — Suppurations chroniques

Nous avons traité 19 malades atteints de suppuration chronique : bien que notre statistique porte 4 abcès chroniques et 15 dilatations des bronches, il est extrêmement difficile de faire la part de ces deux affections chez un malade donné, en l'absence d'antécédents nets. Un abcès pulmonaire chronique entouré de sclérose, d'infection pulmonaire peut s'accompagner de dilatations secondaires des bronches ; de même la dilatation des bronches longtemps limitée à des altérations pariétales est susceptible peu à peu de se compliquer d'abcès péri-bronchiques et de sclérose pulmonaire. La difficulté du diagnostic, la similitude du traitement, leur incurabilité commune nous autorisent à réunir en un même chapitre l'étude des abcès chroniques et des dilatations des bronches.

Nous observons d'ordinaire les malades atteints de bronchorrhée en dernier ressort : ces individus dont la vie sociale est devenue insupportable ont tout essayé : le traitement médical général, les injections intratrachéales sont demeurées sans effet ; on les a soumis à la diète des liquides, au drainage en position déclive pour réduire les sécrétions et favoriser leur écoulement ; la syphilis soupçonnée a été combattue par un traitement approprié ; mais en vain ; certains nous arrivent porteurs d'un pneumothorax, d'autres ont subi la phrénicectomie, mais ni l'un ni l'autre de ces traitements n'a pu collaborer un poumon réduit à un bloc de sclérose et fixé par de sadhères pleurales. Arrivés à ce point, deux voies s'offrent aux malades : celle de la chirurgie thoracique, celle de l'endoscopie. Il est bien rare qu'ils envisagent sans frémir les vastes délabrements de la thoracoplastie, ou la lobectomy qui donnait encore récemment 57 % de morts entre les mains des chirurgiens les plus exercés d'Amérique ; même à l'heure actuelle où les risques sont diminués par l'exclusion de la plèvre et la destruction progressive du lobe atteint au thermocautère ou par l'électrocoagulation, plus du quart des malades succombent après l'intervention.

Aussi la plupart des intéressés se tournent-ils vers l'endoscopie comme vers leur dernière espérance. Il est d'ailleurs de notre devoir de les mettre

au courant de ce qu'ils peuvent en attendre : une amélioration certaine, un traitement compatible avec les exigences de la vie quotidienne, mais qui nécessitera des séances nombreuses sinon fréquentes ; enfin, sans leur avouer l'incurabilité de leur mal, nous les persuaderons de la nécessité qu'il y a pour eux de suivre ce traitement avec régularité. Ils le font d'ailleurs en général avec une grande persévérance.

Plusieurs types de malades se présentent à nous répondant à des lésions de stades divers :

Les moins atteints se plaindront d'une expectoration abondante, surtout après des quintes de toux matinales, expectoration qui peut atteindre 60, 80 grammes, mais reste inodore. Le malade attribue ses peines à une vieille bronchite et les supporte avec philosophie. Si l'on pratique à ce stade une radiographie, on constate des dilatations bronchiques plus ou moins nombreuses, sans réaction du parenchyme pulmonaire. Traitée à cette période, surtout chez l'enfant, la dilatation des bronches non compliquée ne nous semble pas incurable : même en admettant l'origine congénitale, syphilitique de la dilatation des bronches, il est certain que son infection secondaire, la stase purulente, les efforts de toux qu'elles déterminent, accentuent les lésions des parois bronchiques, augmentent les dilatations. Supprimons cette stase purulente, nous retarderons d'autant la phase des complications, nous guérirons même certaines dilatations d'évolution rapide, dans la convalescence des maladies infectieuses.

Plus souvent, malheureusement nous avons affaire à la dilatation des bronches compliquée, évoluant depuis des années, accompagnée de sclérose et d'abcès péri-bronchiques, sujette à des poussées d'aggravation intermittentes, et de plus en plus fréquentes.

Le symptôme le plus affligeant pour le malade est la fétidité de son expectoration, de son haleine ; cette fétidité peut être le fait du sphacèle superficiel de la muqueuse bronchique, c'est rare ; plus souvent c'est la stase des sécrétions et leur décomposition qui détermine la fétidité sans le concours d'anaérobies. C'est à la stase pulmonaire, à la résorption toxique que sont attribuables également la fièvre vespérale et l'altération de l'état général.

Chaque fois que nous examinons l'arbre bronchique après aspiration du pus qui l'encombre nous sommes frappés des altérations de la muqueuse des bronches sus-jacentes aux dilatations. Nous ne pouvons naturellement accéder du regard jusqu'aux dilatations, mais le diagnostic est possible d'après les lésions de voisinage : la muqueuse œdématisée, gélatineuse, ou rouge vif est richement vascularisée ; (les hémoptysies sont en effet des plus fréquentes dans la dilatation des bronches) ; cette muqueuse épaisse, rétrécit le calibre des bronches de drainage, les oblitère même. L'expectoration diminue alors d'abondance, mais le malade ne s'en réjouit pas : il sait que chaque fois sa température va s'élever, que son état s'aggrave. En effet, il entre dans une phase de rétention, de surinfection : une bronchite diffuse s'installe, et c'est à l'occasion de ces épisodes qu'apparaissent les

abcès péribronchiques, et que la suppuration peut atteindre 500 grammes par jour.

Le rôle de l'endoscopite qui suit régulièrement son malade, c'est de prévoir, de prévenir ces poussées de rétention : il y parviendra par une désinfection régulière de l'arbre bronchique, par une séance hebdomadaire ou mensuelle suivant la gravité des lésions.

Dès l'introduction du bronchoscope, il favorisera par un spray d'adrénaline la rétraction de la muqueuse ; une aspiration méthodique au niveau des différentes ramifications bronchiques du lobe atteint, sera pratiquée à la sonde de Lynah. En cas de fétidité, on complètera par un lavage de sérum additionné de bleu de méthylène, un lavage méthodique au moyen d'un irrigateur à double courant, bronche après bronche et non pas une inondation broncho-pulmonaire aveugle, qui, si elle n'entraîne pas l'asphyxie immédiate, n'en a pas moins à son actif des diffusions infectieuses graves au poumon sain et des réveils hémoptoïques redoutables.

Le lavage sera suivi d'une injection endo-bronchique antiseptique et modificantrice. Après avoir essayé l'huile goménolée, et eucalyptolée, nous préférerons le Lipiodol dont nous injectons 20 à 25 centimètres cubes. Nous l'évitons seulement dans les formes hémoptoïques. Au cas d'expectoration fétide, nous préférerons également l'huile additionnée de Novarsenobenzol, trente centigrammes pour dix grammes, dont l'effet est particulièrement satisfaisant.

Nous avons renoncé à la vaccinothérapie locale, en raison de la fréquence de germes anaérobies associés qui la rendent irréalisable ; d'ailleurs, pour être efficace, la vaccinothérapie locale suppose un contact constant et prolongé du vaccin, impraticable au niveau de l'appareil pulmonaire, car il nécessiterait plusieurs instillations quotidiennes.

Lorsque la muqueuse dégénérée se rétracte mal à l'adrénaline, et obstrue les lumières bronchiques, un porte-tampon imprégné de nitrate d'argent au 1/20<sup>e</sup> soigneusement essoré, permettra une cauterisation prudente des lésions. De même, en cas d'hémoptysie, nous avons obtenu de bons résultats par un large badigeonnage au nitrate d'argent au 1/200<sup>e</sup>, de la muqueuse hypervascularisée.

Les manœuvres endoscopiques sont remarquablement tolérées, si l'on pratique une anesthésie glottique soigneuse, précédée d'une injection sous-cutanée de morphine. Le passage du tube ne détermine aucune lésion laryngée s'il est introduit avec douceur et si l'on sait se contenter d'un tube de petit calibre.

Toutefois, deux contre-indications formelles existent à la bronchoscopie : d'une part, la tuberculose que l'on devra éliminer soigneusement avant toute tentative ; d'autre part, l'insuffisance du cœur droit, si fréquente au cours de la période ultime des scléroses et des suppurations bronchopulmonaires chroniques. C'est pour ne pas avoir observé cette règle que nous avons vu l'un de nos premiers malades succomber sur la table même, au cours d'une syncope brutale : à peine avions-nous introduit le bronchoscope

dans la bronche gauche, que le malade mourut, après un léger tremblement. Il était atteint d'une dilatation des bronches à la période ultime, compliquée d'abcès péribronchique et de symphyse pleurale, avec insuffisance du cœur droit.

Les résultats de l'endoscopie dans les suppurations pulmonaires chroniques sont satisfaisants au point de vue palliatif :

Après une légère réaction thermique le soir, une expectoration plus abondante et parfois légèrement hémative le lendemain, l'amélioration apparaît : la disparition de la fétidité, la diminution de l'abondance de l'expectoration et de sa purulence, la moindre fréquence de la toux sont les résultats les plus fréquemment enregistrés ; le malade ressent une grande amélioration, un bien-être thoracique indiscutable ; l'état général s'amende, la courbe de poids s'élève, et le malade peut vaquer à ses occupations, se croyant déjà débarrassé de son infirmité. Les cas où la bronchoscopie reste totalement inactive sont exceptionnels.

Malheureusement, tout relâchement apporté au traitement se traduit par une aggravation rapide ; d'autre part, les poussées de bronchite, les rhumes, les grippes auxquels ces malades demeurent exposés avec une ténacité désespérante, ont tôt fait d'anéantir en quelques jours, le résultat de bien des semaines d'efforts de la part du malade et du médecin.

Tant que nous n'aurons pas trouvé le moyen d'exclure fonctionnellement le territoire malade, de réduire par un comblement cicatriciel méthodique les dilatations bronchiques, notre thérapeutique en matière de dilatation des bronches restera palliative et sujette à maints déboires.

Aussi est-ce avant tout sur la précocité du diagnostic que doit porter actuellement notre effort : déceler la dilatation des bronches au début, avant toute sclérose parenchymateuse, multiplier les examens radiologiques après Lipiodol, au cours de toutes les bronchites traînantes de l'enfance, traiter les dilatations des jeunes : telle doit être à l'heure actuelle notre ligne de conduite.

## VI. *Anglade. — Les hémostatiques à base de ferments végétaux.*

Tous les médecins spécialistes sont à l'affût de l'hémostatique idéal qui permettrait de diminuer l'hémorragie si gênante au cours de l'opération ou les hémorragies post-opératoires qui nécessitent des tamponnements successivement préconisés. Depuis quelques années, l'usage des hémostatiques à base de ferment végétaux s'est généralisé. L'efficacité de ces produits a été très diversement interprétée, certains spécialistes leur déniant toute valeur, d'autres, au contraire, affirmant leur utilité.

En présence de cette diversité d'opinions, nous avons voulu étudier l'efficacité de ces produits en nous basant sur des données expérimentales précises ; c'est-à-dire sur les modifications apportées à la coagulation du sang après emploi de ces produits. Les impressions cliniques que l'on peut avoir sur la quantité de sang perdu au cours d'une opération sont très

sujettes à caution ; il est impossible de mesurer la quantité de sang répandu sur les compresses, sur les champs ou sur les alèzes ; le pourcentage des hémorragies post-opératoires est très difficile à apprécier chez les malades non hospitalisés.

Nous avons donc étudié, chez une centaine de malades, l'action de l'arrhémapectine G. et de l'Hémostatique C. utilisées par ingestion, aux doses habituelles. Nous commençons par faire chez ces malades l'épreuve du temps de coagulation d'une goutte de sang prise à la pulpe du doigt, du temps de coagulation d'un tube de sang prélevé par ponction veineuse, et, enfin, l'épreuve du temps de saignement par piqûre du lobe de l'oreille. Puis le malade ingérait en douze heures 3 tubes d'Arrhémapectine ou d'Hémostatique C., et l'on faisait à ce moment les épreuves de temps de saignement et de temps de coagulation.

Pas une fois je n'ai observé une modification notable dans la durée du temps de saignement ou du temps de coagulation.

Devant cet insuccès, j'ai voulu essayer l'efficacité de ces produits utilisés par voie intra veineuse ; mais des accidents anaphylactiques sérieux m'ont empêché de poursuivre cette expérience.

— **Moulouquet.** Je viens confirmer la valeur des expériences pratiquées sous mes yeux à l'hôpital Boucicaut par le Dr<sup>r</sup> Anglade au cours de ces derniers mois. La technique très rigoureuse qui a été employée permet d'apporter des conclusions très formelles ; chez aucun des quelque cent malades que nous avons traités à l'Arrhéma ou à l'Hémostatique nous n'avons observé une modification quelconque dans les temps de coagulation et de saignement. Nous ne pouvons donc reconnaître aucune valeur thérapeutique à ce produits et leur emploi ne nous donne aucune sécurité pour prévenir les hémorragies ; plusieurs de nos malades ainsi préparés ont fait d'ailleurs des hémorragies post-opératoires plus ou moins sérieuses.

— **Bloch..** Il faudrait que nous arrivions à savoir si nous pouvons faire quelque chose d'utile pour tâcher d'éviter les hémorragies post-opératoires, et ce qu'il faut que nous prescrivions.

— **H. Bourgeois.** Bloch vient de nous interroger sur la conduite à suivre pour diminuer préventivement une tendance anormale aux hémorragies, avant l'opération.

Une de nos malades de Laënnec, hémophile, soignée à plusieurs reprises pour des épistaxis très graves nous conduit son enfant qui devait être opéré d'amygdales et de végétations. Nous l'adressons à Emile Weil qui trouve un temps de saignement très prolongé et nous conseille la technique suivante : injecter la veille de l'opération 20 cc. du sang du père sous la peau de la cuisse, et une heure avant l'opération une ampoule de coagulène Ciba. Ce qui fut dit, fut fait et jamais petit malade n'a moins saigné pour une semblable opération.

## VII. *Halphen. — Appareil leveur pour sinus. Appareil de Mlle Rott.*

J'ai l'honneur de vous présenter un appareil pratique destiné à laver un sinus maxillaire après ponction diamétagique et sans le secours d'un aide.

Cet appareil peut être stérilisé, le cylindre, la robinetterie, les joints sont tous métalliques. Au cours de l'opération, on peut rajouter du liquide (eau stérilisée ou solution antiseptique) sans interrompre le lavage, ni retirer l'embout ou le tuyau de caoutchouc.

Grâce à la soufflerie de thermocautère et au jeu des robinets, la pression est suffisante pour nettoyer le sinus et il est impossible que l'eau du lavage reflue du sinus vers l'appareil, ce qui assure l'asepsie continue de l'opération.

Enfin, l'embout étant introduit dans le trocart, la soufflerie ayant comprimé l'air dans le cylindre, il suffit de tourner un robinet pour assurer le lavage sans aucun aide, sans aucune traction sur le trocart, sans fatigue pour l'opérateur, sans douleur pour l'opéré.

Cet appareil a été construit par la maison Haran sur les indications de mon infirmière laborantine, M<sup>le</sup> Helène Rott.

## SOCIETÉS SAVANTES

ACADEMIE DE MÉDECINE DE NEW-YORK

SECTION DE LARYNGOLOGIE ET DE RHINOLOGIE (1)

(24 avril 1929)

### I. John. M. Lore. — Des abcès péri-œsophagiens.

Nous avons examiné pour la première fois W. Z., homme adulte, le 16 mars 1929, à l'Hôpital Manhattan. Quatre semaines environ avant cette date, le malade avait avalé un os de poulet qui, pensait-il, s'était logé dans le côté droit de la gorge. Il éprouvait une douleur térebant et avalait très difficilement. Il consulta un premier docteur qui estima que la douleur était probablement due à une écorchure causée par l'os. Mais cette douleur augmenta. Le malade fut de nouveau examiné. On radiographia la partie malade, mais on n'y vit aucun corps étranger. Le malade nous dit encore qu'il avait subi un examen direct (on trouva plus tard que cet examen avait été fait au moyen du directoscope de Hasslinger). Environ deux semaines avant son admission à l'Hôpital, il commença à cracher du pus, et, environ une semaine plus tard, le côté droit du cou commença à enfler considérablement.

L'examen qu'on lui fit subir à l'admission fit recueillir les observations suivantes : (homme adulte d'environ 45 ans, paraissant très malade. Les mouvements du cou étaient limités. Il avait un gonflement musculaire, chaud et sensible, qui s'étendait du bord postérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien droit au bord antérieur du même muscle du côté gauche. Il n'y avait pas à ce moment de fluctuation précise.

L'examen de la région laryngienne par la méthode indirecte montra que le côté droit du larynx baignait dans une masse considérable de pus. La fosse pyriforme droite était complètement fermée par l'enflure. Il n'y avait pas paralysie des cordes vocales. On le radiographia immédiatement, mais on ne vit pas de corps étranger. On examina l'œsophage au spéculum. On trouva, dans la paroi externe de la fosse pyriforme droite, une ouverture d'où sortait un pus épais. Cette ouverture était une déchirure assez large. Un examen soigné de cette partie ne décela la présence d'aucun corps étranger. On examina également la partie située derrière le larynx et en deçà du crico-pharyngien, mais, à part une enflure considérable, on ne trouva rien.

On introduisit alors, dans la région du sinus, une canule à succion qui aspira une masse considérable de pus. Le résultat de cette opération fut que la température, qui était de 40°2, tomba de un degré.

(1) D'après, *The Laryngoscope*, nov. 1929.

Le 15 mars, on examina de nouveau l'œsophage au spéculum, et on obtint les mêmes résultats qu'auparavant. Durant ce laps de temps, l'enflure du cou s'était accentuée. Estimant que le drainage était insuffisant, nous décidâmes de pratiquer une incision externe. On lui fit cette opération le 16 mars, en utilisant la solution novocain à 1 %. On fit une incision le long du bord antérieur du muscle sterno-clido-mastoidien, jusqu'au plan facial profond. A ce niveau, on trouva abcès qui, à l'incision, laissa échapper une masse importante de pus épais. La cavité de l'abcès était antérieure et interne par rapport à la gaine de la carotide et s'étendait à travers la ligne médiane sur un centimètre environ. On ne trouva pas de corps étranger. On tamponna dans de la gaze iodoformée, la partie inférieure de la cavité de l'abcès qui descendait plus bas que le niveau de la clavicule. On plaça deux drains de caoutchouc dans l'ouverture, et on fit les pansements habituels.

Sa convalescence fut normale. L'enflure diminua graduellement et la température revint normale. La fosse pyriforme droite reprit son apparence ordinaire.

Quand il sortit de l'hôpital, la blessure du cou était guérie ; cependant, il y avait encore une petite induration. La fosse pyriforme paraissait normale, mais le malade se plaignait encore d'éprouver une petite difficulté à avaler.

Il y a quelques jours, quand nous l'avons vu pour la dernière fois, nous avons trouvé avec surprise qu'il avait périodiquement une paralysie laryngienne gauche. Il éprouvait encore une petite difficulté à avaler. On suggéra l'idée d'un nouvel examen de l'œsophage au spéculum, mais il tardait au malade de retourner au travail, et on remit cette opération à une date ultérieure.

Il est difficile de dire à quoi était due la paralysie laryngienne qui se produisait périodiquement du côté opposé à celui de l'opération. Elle peut être due à une sténose, ou encore au fait que le corps étranger est encore dans la gorge.

— **Impératori.** J'ai vu le malade à la Clinique Bronchoscopique et j'ai pensé qu'on devait pratiquer l'opération externe ; à défaut de cette opération, le malade serait mort, et je conseillai le docteur Lore d'opérer sur le bord postérieur du muscle sterno-mastoidien, mais son avis était que la masse flottante profonde était antérieure, et les événements prouvérent qu'il avait raison. L'expérience que j'ai acquise dans le traitement des abcès situés autour de l'œsophage m'a montré que 80 % des cas étaient fatals, car la plupart du temps, l'abcès ronge les vaisseaux sanguins et le malade meurt d'hémorragies. Quant à la paralysie totale qu'il éprouve maintenant, elle est due sans aucun doute à la cicatrisation.

— **M. C. Myerson.** Le sujet des affections œsophagiennes présente un grand intérêt pour moi. L'abcès péricœsophagien est le résultat direct de la perforation de la paroi de l'œsophage par un objet pointu, d'ordinaire une arête de poisson ou un os de poulet. L'expérience m'a montré qu'il n'y va de l'intérêt, ni du malade, ni du médecin, de temporiser avec ces cas. Si après une simple manipulation endo-œsophagienne le malade ne se trouve pas mieux, on devra penser à pratiquer l'opération externe.

Dans une nombreuse série de cas, j'ai obtenu de bons résultats avec une incision antérieure. Il paraîtrait que l'incision postérieure est également désirable, car la plupart des chirurgiens lui sont favorables.

Ici se pose la question de savoir s'il faut isoler le médiastin. Il me semble qu'en dépit du fait que la cellulite paraissait évoluer vers l'autre côté, l'abcès que le Dr Lore a soigné était bien localisé, car le malade expectorait du pus. Quand le Dr Lore soigna l'abcès, à mon avis, il n'était pas nécessaire d'isoler le médiastin. Le principe de l'isolement du

médiastin est peut-être trop accrédité. Cette méthode peut être quelquefois précieuse, mais, dans le cas précité, l'isolement du médiastin par l'ouverture des plans faciaux inférieurs et l'enveloppement avec de la gaze iodoformée semblerait ouvrir inutilement des voies nouvelles à l'infection.

— **H. E. Horton.** En ce qui concerne le cas examiné par le Dr Lore, je puis rapporter ici qu'il y a quelques années, j'ai eu l'occasion d'examiner un cas semblable. Je fis une bronchoscopie et enlevai un os de pigeon qui était resté fixé dans la bronche droite du malade pendant deux ans.

— **Irving Goldam.** L'œsophagoscopie doit être regardée comme la première chose à faire dans le traitement de la suppuration péri-œsophagienne pour déterminer le type de la lésion et, si du pus sort de cette lésion, pour nettoyer la partie infectée. Le Dr Rudolph Kramer fit récemment le compte rendu de trois cas de suppuration œsophagienne guéris par le traitement endoscopique. J'ai vu moi-même un cas grave traité avec succès par l'œsophagoscopie. Le malade était un homme de 53 ans qui souffrait d'un abcès péri-œsophagien, formé à la suite d'une œsophagoscopie. Il était très mal, ne pouvait rien avaler et avait une haute température. Au côté droit du cou, il avait une grosse et sensible enflure qui déplaçait la trachée vers la droite. Par l'endoscopie, on découvrit une déchirure dans l'hypopharynx, derrière l'aryténoïde gauche. En écartant les lèvres de la blessure, on put pénétrer dans la cavité de l'abcès et en enlever le pus. Les bords de la blessure furent maintenus avec le forceps de Punch. Pendant plusieurs jours, l'abcès rendit un pus épais, et l'état général de l'homme s'améliora rapidement. L'enflure diminua, la fièvre descendit en quelques jours, et il put de nouveau avaler sans souffrance.

— **Francis W. White.** Il y a quelque temps, j'ai eu l'occasion d'examiner un cas semblable à celui dont le Dr Lore nous a fait le compte-rendu. Mon malade était un homme de 45 ans ; il avait avalé une esquille qui s'était fixée dans la gorge. A l'examen du pharynx, on put voir une granulation, petite et pointue, située dans le côté droit, juste en-dessous du cartilage cricoïde. Il était très impressionné par les diagnostics de tuberculeuse et de cancer qui avaient été établis autre part à son sujet, et refusa d'être opéré. Cependant, il revint quelques jours plus tard, nous disant qu'il avait expectoré une esquille dont les dimensions étaient environ de  $1 \times 1/4$  pouce. Il n'y avait pas d'amélioration dans l'état du cou. Aussi décida-t-on de l'opérer. L'opération fut facilitée par le fait qu'on introduisit, dans le pharynx du malade, un instrument courbe et contondant, maintenu, avec une légère pression, en contact avec la partie où se trouvait la granulation. Il était ainsi plus facile de disséquer directement sur la face interne de l'abcès. On put établir un bon drainage, et les incisions interne et externe fermèrent rapidement.

— **Lore.** En ce qui concerne l'incision du cou, c'est le type seul du cas examiné qui doit permettre le choix de cette méthode. Dans le cas cité plus haut, la plus grosse partie de l'enflure était antérieure au muscle sterno-clido-mastoïdien, et c'est dans cette partie que nous avons incisé. Quand au traitement de ces cas par des œsophagoscopies successives, j'estime qu'il ne doit pas être adopté. Ce sont des cas avec lesquels il ne faut pas temporiser. On peut avoir la chance de réussir, mais celle-ci se présente rarement. Si vous croyez qu'il y a un drainage insuffisant dans l'œsophage, choisissez la voie externe. L'œsophagoscopie, quand elle est tentée, présente toujours un certain danger, et ces malades, en général, n'ont pas beaucoup de résistance.

Encore une fois, je suis de l'avis du Dr Imperatori, ce sont là des cas avec lesquels il ne faut pas temporiser.

## II. J. E. Mackenty. — De la cécité due à une hémorragie dans la capsule graisseuse orbitaire, causée par une lésion lors de l'opération sur l'éthmoïde. Opération curative.

Depuis 1924, j'ai vu, dans mes consultations, sept cas d'hémorragies produites dans la capsule graisseuse de l'orbite, immédiatement après l'opération de l'exentration des cellules éthmoïdales. Dans quatre de ces cas, l'hémorragie survint pendant ou après l'opération éthmoïde, nécessitant alors un pansement nasal. Les symptômes orbitaires étaient immédiats et caractéristiques : ecchymose de la paupière et suffusion de la conjonctive, rapidement suivie par l'exophthalmie, allant à un degré extrême : expulsion de la conjonctive, fixation du globe, cécité totale.

L'examen de l'œil donnait les résultats suivants : le nerf était blanc et le calibre des vaisseaux presque fermé. Quelques temps après que l'œil est libéré de la pression causée par l'opération le nerf redevient normal et les vaisseaux presque normaux, si l'opération est faite de suite.

Chez mes malades, le saignement pendant l'opération était excessif et, dans deux cas il y eut même des phlébotomies, dont l'une nécessita une transfusion. Dans ces quatre cas, j'avais dû faire un pansement nasal massif, ce qui contribuait, je crois, à projeter le sang dans l'orbite.

Les difficultés que j'ai rencontrées dans ces cas d'opérations éthmoïdes étaient inhabituelles. Tous présentaient un os planum entièrement cassé et un périoste orbitaire déchiré.

Dans le premier cas, observé en 1924, un délai de 12 heures suivit l'accident, avant que l'opération pour y remédier soit commencée, car nous n'avions pas eu d'indications antérieures sur l'état de l'orbite. Dans les autres, l'opération fut entreprise de suite, avant que l'exophthalmie devint extrême. Dans tous les cas cités, les malades recouvrirent une vue normale.

Chez trois autres malades, trois jours, deux jours et trente-six heures, respectivement, s'écoulèrent avant que l'opération fût tentée. L'opération ne réussit pas, la vue ne fut pas restaurée.

La conclusion à tirer de ces divers faits est que l'opération doit être immédiate. Quand il y a des doutes, il est préférable qu'un ophtalmologiste soit présent qui surveille le fond de l'œil, de telle sorte qu'au moindre changement observé, l'opération soit pratiquée immédiatement. Le pansement nasal est dangereux si la capsule graisseuse est ouverte.

### Technique de l'opération :

1<sup>o</sup> Incision habituelle du sinus frontal externe .

2<sup>o</sup> Mise à jour de l'os lacrymal et de l'os planum, déplacement de l'orbite vers l'extérieur et mise à jour du périoste orbitaire presque jusqu'au nerf optique.

3<sup>o</sup> Une longue fente antéro-postérieure est alors faite dans le périoste orbitaire, dans le but de mettre à jour la capsule graisseuse remplie de sang. Le sang ne s'accumule pas dans une partie bien définie, mais s'étend au contraire dans toute la capsule graisseuse.

4<sup>o</sup> L'orbite est alors pressée en arrière et on pratique une succion à travers la fente de la capsule. Quand l'opération est faite assez tôt, on peut extraire le sang et replacer l'œil, mais on ne peut pas espérer le faire dans les opérations tardives — peut-être à cause de l'invasion de l'infection.

5<sup>e</sup> La cassure de l'os planum est élargie.

6<sup>e</sup> On place un drain sérieux de grand calibre dans la fente faite à la capsule, et on panse la blessure, qui ne donne lieu à aucune difformité. Si l'opération est faite assez tôt, la vue revient dans les 24 heures. Si l'opération est tardive, le prognostic est très grave.

Je serais enclin à recommander cette méthode dans tous les cas de lésions de l'œil, dans lesquels une hémorragie dans l'apex de l'orbite peut amener la cécité, par une pression ou une tension sur le nerf optique — par exemple, dans le cas d'une lésion provenant d'un coup.

— **C. J. Imperatori.** J'ai rarement été témoin de la complication qu'amène l'hémorragie dans la capsule graisseuse. Cependant, comme l'a rapporté le Dr MacKenty, ces cas d'hémorragie suivent habituellement la lésion de la lame papyracée. Une méthode heureuse consiste à irriguer le nez du malade avec de l'eau glacée, immédiatement après l'opération, le malade étant dans une position oblique, demi-couchée, demi-assise. On fera, dans le nez, toutes les demi-heures, une pulvérisation liquide de thromboplastine et d'adrénaline. J'ai suivi cette méthode dans l'opération ethmoïde et je n'ai pas eu de ces complications. Suivant la méthode appliquée à l'hôpital du Mont-Sinaï, je suis d'avis que le pansement ne doit jamais être pratiqué couramment dans les cas d'ethmoïdite.

— **Irving Goldam.** Il y a plusieurs années, j'ai eu l'occasion d'examiner un cas semblable à ceux rapportés ci-dessus. Je faisais, sous une anesthésie locale, l'opération intranasale des sinus. J'avais ouvert le sphénoïde, exentéré l'ethmoïde, et je commençai alors à faire une incision dans l'autre. A ce moment, une hémorragie se produisit, qui était si intense que je dus panser le nez. Immédiatement après, une ptose se forma dans l'œil du malade, et celui-ci se plaignit de ne plus voir. A l'examen de l'œil, on observa que le nerf était blanc et que les vaisseaux rétiniens étaient vides. Immédiatement, je retirai le pansement. Aussitôt, la vue revint, on examina l'œil et on le trouva normal. On demanda au patient de lire l'heure sur une pendule qui se trouvait à 20 pieds, et il le fit immédiatement. Si cette opération avait été pratiquée sous une anesthésie complète et si le pansement avait été laissé en place, sans aucun doute, la cécité aurait suivi l'opération.

— **Mackenty.** Dans tous les cas dont j'ai parlé ci-dessus, j'ai employé la méthode du pansement, et les hémorragies étaient telles que le traitement suggéré par le Dr Imperatori n'aurait pas eu, à mon avis, le moindre effet sur elles. Il peut arriver qu'en faisant une opération radicale nous pénétrions dans l'orbite et qu'il soit indifférent alors de faire un pansement ou non. Le pansement projette le sang dans l'orbite par l'ouverture. On m'a parlé d'un cas dans lequel on n'avait pas employé de pansement et où les faits énoncés plus haut se produisirent quand même. Un homme qui prétend qu'il n'est pas nécessaire de panser un malade après une opération ethmoïdale a probablement fait peu d'ethmectomies, car tous ceux qui ont un peu d'expérience en ce qui concerne ces cas savent que l'hémorragie peut être quelquefois très sévère et difficile à contrôler, même quand on y a fait le pansement le plus soigné. Je ne crois pas que la méthode du Dr Imperatori puisse avoir un effet quelconque sur le saignement, mais je crois, au contraire, qu'elle peut être pernicieuse en ce qui concerne la guérison.

## SOCIÉTÉ AMÉRICAINE DE LARYNGOLOGIE (1)

## VINGT CINQUIÈME CONGÈS ANNUEL

*Atlantic-City, mai 1929***I. Frederik T. Hill.** — Le stridor laryngé congénital.

En se reportant à la littérature de cette question, on voit que tous les aspects laryngés ont été décrits. Dans le cas décrit par l'auteur, il y avait une sorte de torsion de l'épiglotte, qui se trouvait aspirée pendant l'inspiration.

Il est vraisemblable que ce sont des anomalies dans la structure de l'orifice laryngé qui sont la cause de la maladie. Il faut donc rejeter la théorie centrale. Il y a une pré-disposition à la flaccidité.

— **Byran** rapporte l'histoire d'un enfant, chargé d'hérédités nerveuses, et chez lequel la plus minime excitation suffisait pour provoquer une crise de stridor. Se souvenant que Cohen a attribué cette affection à une chute de l'épiglotte, et qu'il conseillait d'aller, avec le doigt, relever en avant l'épiglotte, l'auteur fit cette petite manœuvre, et constata que l'épiglotte était serrée entre les replis épiglottiques. Toutefois, Cohen lui-même, consulté, fut d'avis qu'il s'agissait de rachitisme. L'enfant guérit.

— **Delavan** chaque fois qu'il se trouve en présence d'un cas semblable introduit sur la base de la langue une petite spatule légèrement recourbée à son extrémité. Et il imprime à la langue des mouvements en avant et en arrière. Ceci a pour but de libérer l'épiglotte, et de lui faire reprendre sa position normale.

— **L. Suvaïn** est d'avis que ce n'est pas du tout un obstacle à la respiration, obstacle mécanique, qui est la cause de la maladie. C'est un trouble d'origine bulbaire. C'est ainsi qu'il lui est arrivé pour maintenir une épiglotte en position normale de passer un bronchoscope. Et cela n'a pas empêché l'enfant de mourir, malgré la respiration artificielle.

— **Meyerson.** Tous ces enfants ont un larynx normal, mais ils ont des réactions exacerbées, et, sous la moindre influence, l'inspiration devient chez eux extrêmement violente. C'est ce facteur qui est prédominant.

(1) Extraits d'après *Archives of Otolaryngology*, novembre 1929, p. 547-569. Il est d'usage, en Amérique, de publier toutes les communications *in extenso* dans les périodiques. On ne trouvera donc ici qu'un bref résumé des communications elles-mêmes, qui seront analysées en détail aussitôt qu'elles seront parues.

### II. *Louis H. Clerf.* — Chondrome du larynx.

Il s'agit d'une tumeur très rare, dont le diagnostic est fort difficile. Le point de siège fréquemment dans la région subglottique et ne peut être vu au miroir. L'immobilité d'une corde vocale est souvent le premier signe constaté. On peut discuter la malignité.

— **Chamberlin.** Deux fois j'ai cru pouvoir faire ce diagnostic, en raison de la consistance très dure de la tumeur. Or la première fois il s'agissait d'un kyste, et la seconde fois il s'agissait d'un tuberculome avec prédominance de tissu fibreux.

— **C. Lynch.** Bien que le cas dont je vais parler ne soit pas un chondrome, je désire le rapporter pour les grandes analogies qu'il présentait cliniquement avec cette tumeur. Il s'agissait d'un malade qui avait une corde totalement immobilisée, l'autre corde étant paresseuse. Il y avait de la gêne respiratoire. Une tumeur dure siégeait au-dessous de la glotte, à la face postérieure du larynx. On fit une thyrotomie médiane et 50 milligrammes de radium furent placés dans la tumeur, pendant 8 heures. La tumeur disparut entièrement, la corde reprit sa mobilité et la respiration se fit normalement. Mais 15 mois plus tard de nouveau la corde était immobile, et le tirage obligea de faire une trachéotomie. Peu à peu on vit autour de l'orifice canulaire une tumeur proliférer. On en fit alors l'examen, et on eut la surprise de constater qu'il s'agissait d'une tumeur mixte, comme on trouve dans la parotide.

### III. *Robert Clyde Lynch.* — Endothéliome du larynx.

L'auteur a opéré dans les 12 dernières années 7 cas de « hémangio-endothéliome » du larynx. Les patients avaient de 30 à 45 ans. La tumeur a l'aspect hémorroïdaire. La voix n'est pas modifiée, il y a seulement une sensation de gêne laryngée, non douloureuse. Le traitement qui a donné le meilleur résultat c'est, après suspension, la dissection et la destruction par diathermie. Tous les malades ont guéri sans trouble vocal, ni récidive.

— **Tobey** confirme l'extrême rareté de ces tumeurs et l'excellence de la diathermie. Il a vu 3 cas d'hémangio-endothéliome de la cloison. Deux de ces cas ont nécessité de larges et répétées résections de la cloison. Celui traité par l'électro-chirurgie a donné le meilleur résultat.

— **Lynch.** Les endothéliomes qui surviennent sur le palais mou, l'amygdale ou le nasopharynx ont une évolution bien différente de celle que j'ai observée dans le larynx. L'hémangio-endothéliome peut se développer sur n'importe quel point du corps, tissu nerveux, cartilage, etc. Aucune des tumeurs que j'ai observées n'était congénitale.

### IV. *A. Barlow.* — Influence du régime sur les maladies du système lymphatique, particulièrement dans les voies aériennes supérieures.

L'auteur a poursuivi des expériences sur le rat qui lui ont montré que le régime, quel que soit sa teneur en vitamines, n'a aucune influence sur le système lymphatique.

**V. Lee Wallace Dean.** — Relations entre la carence alimentaire et les maladies des sinus.

Chez le rat un régime privé de vitamine A fait apparaître une infection sinusienne et, si l'affection est de date récente, l'adjonction au régime de cette vitamine entraîne la guérison. Chez l'homme atteint de sinusite il ne faut pas négliger la vitamine A.

**VI. Bryson Delavan.** — Nécessité d'une enquête scientifique sur les causes qui favorisent l'hypertrophie du système lymphatique pharyngé.

D'après des estimations officielles, depuis 1924, de toutes les opérations faites aux Etats-Unis sur la population urbaine, un tiers est représenté par l'ablation des amygdales et des végétations. Une enquête s'impose pour savoir quelles raisons ont favorisé une telle progression opératoire. Il faudrait, comme pour tout autre problème pathologique, étudier l'influence de l'hérédité, du climat, du régime, etc. De vastes ressources seraient nécessaires, et l'*American Laryngological Association* pourrait diriger cette enquête.

— **Bernhill.** Il ne faudrait pas croire que la carence en vitamine suffit à créer une sinusite. La cause de la maladie c'est le microbe, dont l'absence de vitamine facilite le développement. J'aimerais savoir ce qui arrive aux populations qui mangent soit exclusivement de la viande, soit exclusivement des légumes ? Les dents sont-elles touchées ? les sinus sont-ils malades ? Par exemple chez les Esquimaux qui ne mangent que de la graisse.

— **L. Svain** rappelle les recherches de Stephen Maher sur le bacille de la tuberculose. En modifiant les milieux de culture on peut rendre les bacilles à volonté acido-résistants ou non acido-résistants. On s'explique donc comment le changement de régime peut rendre pathogène un microbe jusque-là inoffensif, hébergé normalement dans l'organisme.

— **Kernan.** J'ai pu voir et observer, dans le nord du Groenland, des populations d'Esquimaux. Ils ne mangent que de la viande et leur santé est parfaite. Mais les enfants prennent le sein très tard, jusqu'à 3 ou 4 ans. Au Labrador, par suite de la chasse intensive qui est faite à tous les animaux, le gibier disparaît rapidement, et les Esquimaux doivent se nourrir de sucre, farine, aliments de conserve importés. Or leur nombre diminue rapidement. Lors de l'épidémie de grippe en 1919, au Labrador on put voir un village de 400 indigènes où 350 habitants moururent. Ces Esquimaux ont perdu toute résistance physique. En outre, quand j'habitais ce pays, il n'y avait ni angines ni adénoidites chez les enfants. Je sais que maintenant il y a 2 ou 3 laryngologistes qui voyagent dans le pays enlevant amygdales et végétations. C'est probablement la conséquence du régime.

— **Adams Dutcher.** La première chose que mangent les Esquimaux, quand ils ont tué un morse, c'est le foie frais. Or nous savons que s'il est un organe qui emmagasine les vitamines, c'est précisément le foie : vitamines A, B, C et D. Tandis que, dans le muscle maigre, on trouve très peu de vitamines.

— **R. A. Barlow.** En entendant toutes ces communications et toutes ces recherches, on serait tenté de croire que nous possédons la solution du problème de la prévention

des maladies respiratoires. Mais en somme ce n'est là qu'un facteur, rien qu'un seul. En présence d'une infection je ne pense pas que l'huile de foie de morue puisse enrayer la maladie.

### VIII. *George Fetterolf*. — Infection à « *Bacillus abortus* » après amygdalectomie.

Quatre heures après une tonsillectomie, un malade, est pris de frissons, avec température très élevée ; l'examen général est négatif, mais dans le sang on trouve le *bacillus abortus*, lequel est reconnu, depuis 1897, être l'agent causal de l'avortement épidéotique. Depuis quelques années, on a la preuve que ce micro-organisme peut jouer un rôle dans certains états infectieux de l'homme. Le cas ici décrit paraît être le premier observé dans la spécialité. Mais si l'on y pensait plus souvent, peut-être en rencontrerait-on assez fréquemment, surtout chez les enfants qui sont de grands buveurs de lait. Le malade a été traité par des injections intraveineuses de mercurio-chrome.

— **F. T. Hill.** Depuis quelque temps je fais fréquemment rechercher l'agglutination avec le *Bacillus abortus*. Or, dans bon nombre de cas, on obtient une réponse positive, alors que les sujets n'ont aucun signe morbide. Il peut s'agir d'une infection ancienne, guérie. Mais, néanmoins, il faut être en garde contre ces réactions dépourvues de signification.

— **Chamberlain.** Ce qui vient d'être dit pose la question, accessoirement, de l'opportunité d'une intervention sur les amygdales ou les végétations en cas de fièvre. Je crois qu'il faut absolument s'abstenir en pareil cas.

— **G. B. Greene** rapporte l'observation d'un chirurgien qui fut atteint d'une infection à *bacillus abortus* quelques mois après avoir soigné un sujet atteint de cette même affection. Chez ces deux malades, la fièvre avait une évolution très irrégulière, avec de longues périodes de rémission.

### IX. *H. G. Tobay*. — L'endothermie en laryngologie.

Il y a 3 applications des courants de haute fréquence en laryngologie : la dessication superficielle, la section et la coagulation des tissus. Dans le larynx, au-dessus des cordes l'anesthésie locale est préférable, d'autant que chaque application dure un très petit nombre de secondes. Le laryngoscope de Mosher est préférable à celui de Jackson, parce qu'il présente une paroi latérale libre. Pour traiter les cordes vocales, il faut une anesthésie générale. Il faut avoir soin d'écartier l'appareil à éther, et d'attendre 3 minutes avant de commencer l'intervention. Les tumeurs malignes, angiomes, kystes, papillomes relèvent de la haute fréquence.

— **H. B. Norton** insiste sur les dangers de l'anesthésie générale quand on fait de la diathermie. Malgré de grandes précautions, il a eu 2 fois des explosions avec l'éther administré par un tube à trachéotomie. Il recommande l'anesthésie rectale.

— **M. C. Myerson** ne pense pas que la diathermie soit très recommandable en chirurgie endo-nasale parce qu'il est bien difficile de ne toucher strictement que le point à traiter.

D'autre part, il ne faut pas oublier que, dans les tissus mous, la chute de l'escharre met à nu un grand nombre de vaisseaux. Par conséquent il est douteux que cette méthode soit universellement adoptée dans l'amygdalectomie. Pour de petites tumeurs limitées du larynx, je ne crois pas la diathermie supérieure aux pinces. Car l'électrode peut causer des dégâts que ne causera pas une pince.

#### X. J. B. Greene. — Lésions non tuberculeuses du larynx chez les tuberculeux.

Bien que la tuberculose laryngée soit la plus fréquente des lésions de cet organe au cours de la tuberculose laryngée, il ne faut cependant pas négliger la possibilité de cancer, de syphilis ou de laryngite banale. On remarquera que la tuberculose atteint volontiers la partie postérieure du larynx, alors que le cancer touche plus fréquemment la partie antérieure ou moyenne. Il faut aussi se souvenir de la rareté de la syphilis chez les tuberculeux. La biopsie est rarement nécessaire dans la tuberculose.

— T. J. Harris. Les anciens laryngologistes étudiaient mieux leurs malades et, sans doute, avec leurs moyens réduits, connaissaient mieux que nous le larynx.

— S. B. Woad. En général les premiers symptômes de la tuberculose laryngée sont d'ordre fonctionnel. La douleur est un symptôme prédominant, mais seulement quand la lésion est extrinsèque, atteignant l'épiglotte ou les arytenoïdes. Il faut se souvenir que souvent l'aphonie est purement fonctionnelle au cours de la tuberculose pulmonaire, et n'est pas liée à une lésion en évolution. L'examen systématique du larynx est indispensable chez les tuberculeux. La laryngite banale n'est pas rare, quand on pense à l'infection constante par les expectorations. Blake (de Londres) a montré le rôle de ces infections microbiennes dans l'étiologie de la tuberculose laryngée. Très souvent se forment de petits abcès intra-épithéliaux, qui jouent un rôle dans l'inoculation de la muqueuse laryngée par le bacille de Koch.

— B. R. Shurly. Dans les formations hospitalières de Detroit, la proportion de tuberculose laryngée dans la tuberculose pulmonaire se maintient constamment aux environs de 15 %. Je n'ai jamais vu un seul cas de tuberculose laryngée qui n'ait été accompagné d'un foyer tuberculeux soit pulmonaire, soit autre. La biopsie est tout à fait inutile.

#### XI. Robert Sonnenschein. — Tumeurs mixtes du palais mou. Deux observations et une revue de la littérature récente.

Les ainsi-nommées tumeurs mixtes qui se développent fréquemment dans l'extrémité céphalique ont donné lieu à de nombreuses controverses, spécialement en ce qui concerne leur origine. Ces tumeurs se caractérisent par l'hétérogénéité des tissus qui les constituent et la disposition irrégulière des cellules. Au point de vue clinique, elles sont remarquables par leur très lente évolution. Fréquentes dans la parotide et la glande sous-maxillaire, elles sont rares dans le palais mou. On n'en connaît guère qu'une cinquantaine de cas dans la littérature. D'après Mac Farlaud, ce qu'on peut trouver dans une tumeur mixte des glandes salivaires et de la tête, ce sont les tissus suivants : A) Tissu conjonctif. — Cartilage de divers types — tissu muqueux de divers types — tissu conjonctif fibrillaire — os (rare) — tissu adipeux (très rare) — tissu musculaire (très rare) — tissu lymphoïde

(très rare). B) Tissu épithélial : épithélium glandulaire (presque toujours) — épithélium squameux (très fréquent). Origine et structure des tumeurs mixtes : 1<sup>o</sup> Théorie endothéliale de Volkman qui estimé que ces tumeurs dérivent de l'endothélium des vaisseaux lymphatiques ; 2<sup>o</sup> Théorie embryonnaire. Ces tumeurs dérivent de cellules pluri-potielles arrêtées à différents stades de leur développement embryonnaire ; 3<sup>o</sup> Théorie branchiale qui vise surtout à expliquer la présence de tissu cartilagineux ; 4<sup>o</sup> Théorie des germes glandulaires ; 5<sup>o</sup> Ces tumeurs proviennent de tissu glandulaire entièrement développé. C'est la théorie qui, suivant Fry, est de plus en plus adoptée, elle fait dériver la tumeur de cellules glandulaires adultes.

— **R. C. Lynch** rappelle le cas qu'on a vu cité un peu plus haut. Tumeur mixte, du type que l'on trouve dans la parotide, développée dans le larynx.

— **W. B. Chamberlin** avait opéré une malade d'amygdalectomie. Quelque temps après, pensant qu'un fragment amygdalien n'avait pas été enlevé, il veut en faire l'ablation, et s'aperçoit qu'il s'agissait d'une tumeur qui s'étendait jusqu'à la base du crâne divisée en deux lobes par l'apophyse styloïde. L'extraction fut facile et totale. Ces tumeurs sont bénignes. Elles sont entourées d'une dense capsule fibreuse. Les ganglions ne sont jamais envahis.

— **J. F. Barnhill**. Ces tumeurs ne sont pas malignes ; depuis 15 ans que j'en opère, je n'ai pas vu de récidive une seule fois. Quant à la paralysie faciale, je ne l'ai non plus jamais vue. Et l'on peut promettre à un malade que l'on opère pour tumeur mixte de la parotide qu'il n'aura pas de paralysie ; mais il faut en opérant ne jamais perdre le contact avec la capsule.

— **R. Sonnenschein**. On peut citer d'autres tumeurs qui, comme la tumeur mixte des glandes salivaires, sont malignes au point de vue histologique et cliniquement ne le sont pas. Un tel exemple est fourni par le sarcome à cellules géantes qui se développe dans la moelle des os.

## XII. James A. Babitt. — Coïncidence d'une calcification des méninges avec des conditions nasales pathologiques.

Il ne s'agit que de coïncidence et non d'un rapport de cause à effet. Peu de recherches ont été faites sur le problème de la calcification. L'auteur rapporte un cas de névralgie atypique qui fut amélioré par une intervention endonasale. Jusqu'à présent, il n'a pas été possible d'établir une corrélation entre ces états de calcification des méninges et les lésions nasales.

— **Barnhill**. Dans le cas qui vient d'être rapporté, il devait y avoir quelque lésion nasale, tandis que, dans la névralgie essentielle ou tic douloureux, aucune intervention endonasale ne peut amener de soulagement. Et, malheureusement, on continue d'opérer ces malades. Tout ce que l'on peut faire c'est d'alcooliser le ganglion de Gasser.

— **Croates**. Ferner nous a déjà mis en garde contre les opérations entreprises dans les cas où des altérations nasales coïncident avec une calcification des méninges ; dans un cas semblable il avait eu un décès par méningite. Mais je ne suis pas entièrement de son

avis, et je ne vois pas pourquoi une calcification des méninges interdirait une opération. Il me semble que la douleur névralgique, dans ces cas, doit être due à une irritation sphéno-palatine, conséquence d'une ethmoïdite postérieure.

### XIII. *Francio P. Emerson*. — L'anaphylaxie et l'allergie en rhinologie.

Biologiquement on a montré que, après que les amino-acides ont été élaborés par l'action des enzymes sur les protéines étrangères, tout protéine non transformée devient extrêmement nocive. Le fait que, dans les états d'allergie, on n'a pas trouvé d'anticorps est un problème biologique, car la symptomatologie est la même que dans l'anaphylaxie. Presque toute la littérature concerne des états d'allergie non bactérienne dans lesquels on s'efforce d'établir l'immunité ou d'éloigner le malade des antigènes excitants. Dans les allergies bactériennes, toute opération n'est qu'un commencement de traitement. Un syndrome sympathique endocrine est toujours présent. Il faut penser à la réinfection ainsi qu'aux conditions physiques et mentales mauvaises.

— **Coffin.** En théorie nous ne savons pas ce que sont anaphylaxie et allergie. Mais en pratique nous le savons. Je soigne depuis 20 ans un asthmatique qui avait également des crises de tachycardie à 150 : un régime, des irrigations intestinales, le lait acidophile l'ont considérablement amélioré. Il souffre peu de l'asthme, et la tachycardie a disparu. Mais les internistes n'ont rien trouvé.

— **Richardson.** L'hérédité joue un rôle, non par la transmission d'un état morbide mais par la transmission d'une aptitude ou faiblesse cellulaire particulière. L'hérédité est-elle renforcée par les antigènes, et celles-ci où sont-elles produites ? Voilà toute la question. Peut-être est-ce dans les sinus, peut-être dans l'intestin ? Cette dernière hypothèse est bien vraisemblable. Je ne crois pas qu'une seule théorie satisfasse pleinement. On traite un point particulier, puis un autre point intervient.

— **Coates.** Depuis deux ans j'étudie les sinus des asthmatiques en particulier par les rayons X, les injections de lipiodol et l'étude de l'élimination du lipiodol. Très souvent on trouve un état fibreux de la muqueuse du sinus, et quand on l'a enlevée complètement l'état s'améliore. Il faut aussi noter la présence d'éosinophiles dans la muqueuse malade du sinus maxillaire.

### XIV. *James J. King*. — Traitement de la sinusite maxillaire.

Cette communication est divisée en divers chapitres suivant qu'il s'agit de traiter de sinusites aiguës, subaiguës ou chroniques. On parle aussi des tumeurs malignes. Dans les formes aiguës, le lavage est excellent. Dans les formes chroniques, il faut faire le drainage nasal.

— **Shurly.** On n'insiste pas assez sur l'énorme avantage que présente l'éphédrine en solution à 3 %, pour donner une rétraction des cornets, qui dure de 4 à 6 heures. Toutefois, l'éphédrine ne rétracte pas les vaisseaux aux même degré que l'adrénaline dans les opérations. Dans 70 % des cas de sinusites chroniques le simple drainage nasal suffit. Ce n'est qu'en cas d'une hypertrophie considérable de la muqueuse qu'il faut intervenir plus largement. Evidemment la radio a beaucoup fait progresser nos connaissances. Mais il y a énormément de mauvaises radios. Il ne faut pas négliger la clinique.

— **Emerson.** La sinusite n'est qu'un abcès qui ne se draine pas ; il fait donc faire une large fenêtre au-dessous du cornet inférieur, mais pas de lavage, car c'est le meilleur moyen d'irriter une muqueuse déjà considérablement gonflée. Mais, quand la sinusite est devenue chronique, il faut savoir si l'infection a dépassé la muqueuse et atteint la fibreuse. Si tel est le cas, il faut une intervention radicale.

— **Barnkill.** Je suis d'accord avec ceux qui proscriivent les irrigations prolongées dans les cas aigus. Mais dans les cas chroniques, plus je vais et plus je suis partisan de la large intervention et moins j'ai de confiance dans le simple volet nasal. Quand les médecins internistes nous répètent qu'un grand nombre de maladies rénales, articulaires, cardiaques, ont leur point de départ dans un foyer infectieux situé dans la tête, est-ce à ce moment que nous allons nous contenter de faire des opérations incomplètes ? Ce que l'interniste attend de nous, c'est le drainage et l'éradication totale du foyer infectieux.

— **Mc Guinis.** Il y a un moyen d'obtenir un affaissement de la muqueuse nasale, dont personne n'a parlé, c'est l'exercice, la marche. Je fais faire de la marche progressive à mes malades atteints de sinusite. Et au bout de 2 ou 3 fois ils me disent que cet exercice décongestionne leur nez aussi bien qu'une pulvérisation d'éphédrine.

CAUSSÉ.

